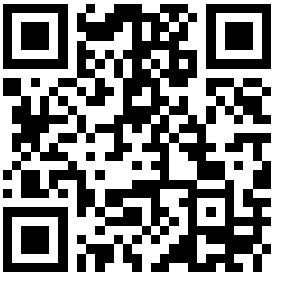
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

505
RS
1926

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

Digitized by Google

Revue Scientifique

Directeur :
PAUL GAULTIER

Directeur de la Rédaction :
CH. MOUREU
Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine
Professeur au Collège de France

Secrétaire Général de la Rédaction :
R. DONGIER
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

Secrétaire de la Rédaction :
L. FRANCHET

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

AVEC 368 FIGURES INTERCALEES DANS LE TEXTE

64e ANNÉE

Du 1er Janvier au 31 Décembre 1926

PARIS
BUREAUX DE LA *REVUE POLITIQUE ET LITTÉRAIRE* (*REVUE BLEUE*)
ET DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*
286, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 286

1926

Digitized by Google

P. et A. DAVY, IMPRIMEURS
IMP. DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE
52, rue Madame, Paris (6e)

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 1 — 64e ANNÉE — 9 JANVIER 1926

L'HYGIÈNE DES IRRITABLES DU SYMPATHIQUE

L'hygiène, individuelle et sociale, est avec juste raison à l'ordre du jour. Le sympathique l'est aussi, car ses perturbations jouent un rôle important en pathologie. Mais contrairement à certaines parties du système nerveux, dont les altérations se manifestent surtout par des symptômes de déficit, le sympathique s'exprime cliniquement avant tout par les réactions de son irritabilité. Cette vieille notion d'irritabilité ne doit plus entraîner comme jadis de longues discussions plus ou moins métaphysiques. Quand je parle d'un homme irritable du sympathique j'entends simplement un homme dont les réactions du sympathique sont exagérées, soit dans leur fréquence, soit dans leur intensité. Cette exagération réactionnelle peut d'ailleurs dépendre non seulement du tonus nerveux général ou local, mais encore du degré de l'excitabilité. C'est pourquoi je critique le terme de *sympathicotonie* pris dans le sens d'irritabilité du sympathique.

Le terme sympathique, à son tour, doit être précisé.

Le nom de *nerf grand sympathique* est dû à Jacques-Bénigne Winslow, professeur d'anatomie et de chirurgie à la Faculté de médecine de Paris sous Louis XV. Dans son *Exposition anatomique de la structure du corps humain* (Paris, in-4, 1732), au chapitre *Nerfs grands sympathiques dits communément nerfs intercostaux*, il écrit : « Ces nerfs sont communément appelés intercostaux. Ce nom ne répond nullement à leur situation, ni à l'étendue de leur route. J'ai cru que celui de nerfs grands sympathiques leur conviendrait mieux à cause de leurs communications très fréquentes avec la plupart des autres nerfs principaux de tout le corps humain. » C'est la vérité même et le nom est excellent. Puisqu'on parle de grand sympathique, il doit en exister un petit. Winslow en décrit non seulement un petit, mais un moyen. Il appelle *petit nerf sympathique* « la portion dure des nerfs auditifs » c'est-à-dire le facial avec l'intermédiaire de Wrisberg, et il nomme *nerfs sympathiques moyens* « les nerfs de la huitième paire, nommés par les anciens, *vagues* ». Et on ne peut qu'admirer l'intuition de Winslow rapprochant déjà du grand sympathique le vague et l'intermédiaire de Wrisberg qui contient les filets végétatifs de la corde du tympan.

Je viens d'employer le terme *végétatif*, qui sert aux Allemands à désigner ce que les Anglais, après Langley (1), appellent *autonome*, c'est-à-dire le système constitué par des cellules et des fibres nerveuses par lesquelles les impulsions efférentes se distribuent aux tissus autres que les muscles à fibres striées multinucléées.

Ce système autonome de Langley comprend lui-même trois systèmes : le *sympathique*, le *parasympathique* et l'*entérique*. Cette nomenclature, bien connue des physiologistes, s'est dégradée dans l'exportation, surtout viennoise et médicale, de telle sorte que, chez beaucoup d'auteurs, autonome sert à désigner la partie du système végétatif qui n'est pas le grand sympathique.

(1) *Langley J. N.* The autonomic nervous system. Part. I. p. 10 Cambridge. W. Heffer (1921).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

Le terme sympathique est si classique en France et depuis si longtemps, de même qu'en Italie, que je ne vois pas pourquoi nous l'abandonnerions, d'autant plus que les idées actuelles ne font que préciser la division française de Winslow et que c'est l'école française qui, par arguments tirés de l'anatomie comparée, de l'histologie, de la physiologie et de la clinique, a intégré le pneumogastrique, l'érecteur sacré et les nerfs végétatifs crâniens dans une synthèse élargie du système sympathique.

J'appelle donc *système sympathique* ou *holosympathique* (ὅλος, entier) l'ensemble du système nerveux régulateur des fonctions de nutrition prises dans leur acception la plus large (en y comprenant la reproduction) ou mieux encore le système régulateur des fonctions qui ne sont pas sensorio-motrices volontaires. L'holosympathique comprend lui-même essentiellement le grand sympathique ou *orthosympathique* (ὀρθος, droit) et le *parasympathique* (παρά, à côté) avec ses trois segments *bulbaire*, *sacré* et *céphalique*. Le segment bulbaire est la partie viscérale du pneumogastrique ou vague ; le segment sacré est constitué par l'érecteur sacré, homologue pelvien du vague ; le segment céphalique comprend les fibres organiques des III, VII et IXe paires crâniennes. Le terme parasympathique est déjà employé en France dans un sens anatomique pour désigner les corpuscules chromaffines. Aussi je préfère remplacer cette épithète par l'adjectif *vagal*, le nerf vague étant la partie la plus importante du système vagal et les autres parties de ce système, tels que le nerf érecteur sacré et les fibres organiques crâniennes présentant des réactions pharmaco dynamiques homologues de celles du vague.

Ce *début anatomique* était nécessaire pour bien fixer les idées. Reste maintenant à préciser l'*analyse clinique* avant d'exposer l'hygiène des irritables du sympathique. C'est le mérite d'Eppinger et Hess d'avoir distingué parmi les névropathes des individus chez qui prédomine l'hyperexcitabilité du système vagal et qu'ils ont nommés, d'un mot qui a fait fortune, *vagotoniques*. J'ai dit pourquoi le terme me paraissait mauvais : il ne s'agit pas tant d'hypertonie que d'hyperexcitabilité du vague. Quoi qu'il en soit, le mot désigne un type clinique incontestable ; il est passé dans le domaine courant. Je l'emploierai donc dans le sens d'hyperexcitable du système vagal. Voici comment je le présentais en 1914 (1).

Cette jeune fille, qui se plaint d'anxiété, et de gêne précordiale, de brûlures d'estomac, de diarrhée et de crises sudorales, quoiqu'elle soit plutôt frileuse et qu'elle ait froid aux pieds ; qui a le pouls lent, surtout le matin ; qui a de fortes sécrétions lacrymales et salivaires ; qui a souvent des nausées et des tendances à se trouver mal surtout avant les règles ; qui a facilement le mal de mer et n'aime pas aller à reculons en voiture ou en chemin de fer ; qui a de l'aérophagie ; qui a une pression artérielle plutôt basse, avec parfois éosinophilie ; dont les pupilles plutôt petites ne sont pas agrandies par l'adrénaline et se rétrécissent après l'expiration (signe de Samogyi) ; dont le réflexe oculo-cardiaque est positif et le réflexe solaire souvent nul ou faible ; qui a peu d'hyperglycémie avec l'adrénaline ; des débâcles sécrétoires avec la pilocarpine ; enfin chez qui l'atropine améliore merveilleusement les troubles dyspeptiques et fait disparaître d'un coup la constipation, c'est une *vagotonique*.

Par raison de symétrie au type vagotonique on a voulu opposer un type, comme on l'a dit, sympathicotonique.

Cette description du *sympathicotonique*, qu'on trouve actuellement partout reproduite dans les livres et qu'on oppose au vagotonique, est assez artificielle. On ne la rencontre presque jamais pure en clinique. Par contre ce qu'on voit souvent, c'est un nervosisme caractérisé par l'*hyperexcitabilité de tout le sympathique, système vagal compris*. On a donc exagération du réflexe solaire, indiquant l'hyperexcitabilité de l'orthosympathique abdominal et aussi exagération du réflexe oculo-cardiaque. Ce type sympathique et vaso-moteur est presque normal chez la femme. Voici comment (1) je l'ai récemment décrit, après Savini. Les yeux sont humides et brillants, très légèrement proéminents ; les pupilles larges ; la vascularisation de la peau est riche, surtout à la face qui s'empourpre facilement ; les doigts cependant sont froids et moites. Il existe en même temps une certaine tuméfaction légère et diffuse de la thyroïde.

C'est l'éréthisme cardio-vasculaire qui constitue le stigmate le plus caractéristique. Tachycardie habituelle avec hypertension plus ou moins marquée, angine précordiale et palpitations, battements violents dans la poitrine et la tête lors des émotions, choc de la pointe visible et ample, mais de résistance moyenne et même petite au doigt, vivacité et amplitude exagérée des contractions cardiaques observées à la radioscopie, augmentation de la différence normale des ombres systaliques et diastaliques, premier bruit parfois un peu étouffé, le plus souvent légèrement musical et

(1) *Laignel-Lavastine*. Revue de méd., 1914-1915.

(1) *Laignel-Lavastine*. Pathologie du nerf grand sympathique. Nouv. Traité de méd. et de thérap. de Gilbert et Carnot. F. XXXVI, 1924, p. 828.

Digitized by Google

remplacé par un souffle doux, après quelque exercice fatigant, pouls bondissant avec tendance au dicrotisme et augmentation d'amplitude des oscillations de l'aiguille au sphygmomanomètre de Pachon, instabilité du pouls, tachycardie orthostatique, accélération considérable sous l'influence des fatigues et des émotions, pouls capillaire fréquent, arythnie respiratoire, tels sont les principaux éléments de cet éréthisme. L'exagération de la vaso-motricité se traduit tantôt par du dermographisme rouge ou blanc, tantôt par la congestion brusque et puissante, quoique spontanée et passagère, de la tête, tantôt par l'anémie subite (réaction paradoxale). Au moment de la congestion une forte bouffée de chaleur envahit la tête et le cou ; la peau devient rouge et brûlante, les oreilles bruissent. En même temps, existe un état psychique émotif, mélange de gêne et d'embarras, qui plonge le sujet dans un état comparable à l'ivresse. Le malade dit qu'il a la fièvre.

En effet, cette description du type sympathique ou vaso-moteur se confond avec celle de l'*hyperthyroïdie* de Léopold Lévi ou celle de l'*hyperémotivité* de Dupré. C'est qu'elle répond à une réalité, mais elle ne s'oppose pas trait pour trait au type vagotonique, comme le voudrait la théorie d'Eppinger et Hess, opposant les variations inverses de la vagotonie et de la sympathicotonie, variations objectivées cliniquement par les manifestations inverses du réflexe oculo-cardiaque, exagéré dans la vagotonie, et du réflexe solaire, exagéré dans le sympathicotonie. Voici des tracés qui répondent à ces divers cas.

Le premier (fig. 1), classique et fréquent, répond à la vagotonie courante (RO-C> et RS = 0).

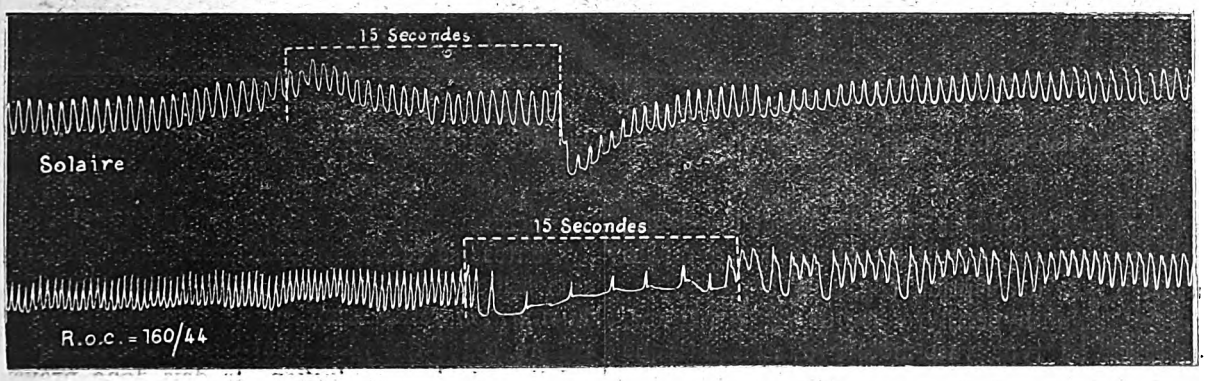


FIG. 1. — René G., 23 ans. Asthénique instable, avec crises anxieuses. — R.-O.-C. très exagéré. — R.-S. nul.

Le plus souvent les irritables du sympathique présentent en même temps une exagération des deux réflexes. Chez le vagotonique prédomine le R-O-C. et chez le vaso-moteur le réflexe solaire.

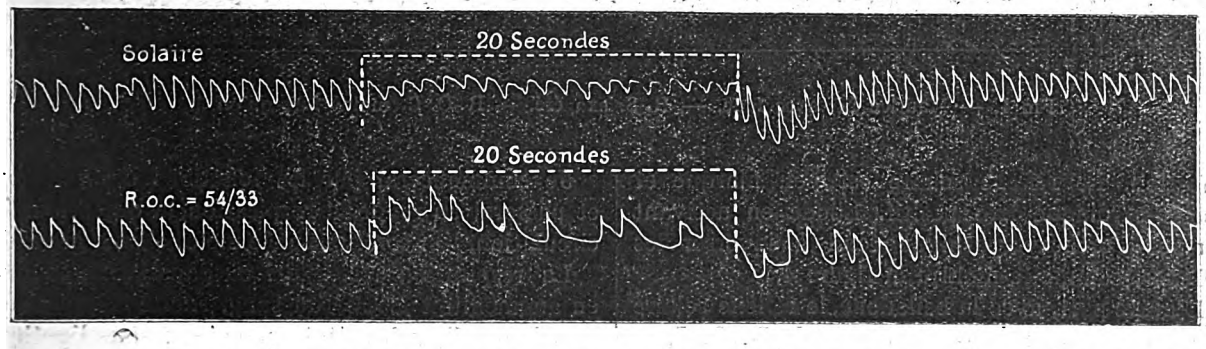


FIG. 2. — Yves B., 24 ans. Psychasténique phobique hypotendu. — R.-O.-C. exagéré. — R.-S. également exagéré.

Ce type vaso-moteur, stigmate de féminisme, s'accompagne de glycosurie et d'hyperglycémie post-adrénalinique et d'exagération du métabolisme de base, et paraît conditionné par un fonctionnement exagéré du corps thyroïde.

La figure 2 représente un type à prédominance oculo-cardiaque. On remarque que le R. O. C. est ralenti de 54 à 33 pendant que le réflexe solaire se manifeste par une diminution très nette de l'amplitude des pulsations. Ces rapports varient

624227
Digitized by Google

d'ailleurs chez le même individu selon les moments. Il existe d'abord un *rythme sympathique journalier*, tel qu'en général l'excitabilité vagale prédomine la nuit et le matin, à jeun. Aussi pour établir des comparaisons faut-il prendre les réflexes aux mêmes heures et dans les mêmes conditions. On voit alors des changements fréquents liés aux variations plus ou moins physiologiques ou morbides de l'individu. Voici trois figures, qui illustrent ma pensée mieux qu'une longue description (fig. 3, 4, 5).

Il s'agit d'un hyperthyroïdien de vingt-neuf ans, répondant au type vaso-moteur ou sympathique et qui a des accès de dépression intermittents. La figure 3 répond à la formule habituelle à cette affection. Le réflexe solaire est peu marqué et l'oculo-cardiaque très positif. L'iode en activant surtout l'orthosympathique tend à inverser les réflexes, comme le montre la figure 4.

D'autre part, avec la belladone, le réflexe solaire disparaît presque complètement et le R. O. C. se modifie dans sa forme sans varier sensiblement dans son intensité (fig. 5). Ceci montre, entre parenthèses, que les drogues les plus électives, telles que la belladone, par exemple, qui paralyse le vague à dose suffisante, peut entraîner, à dose faible, une exagération du R. O. C. et même diminuer le R. S. C'est ce qu'on a appelé une action paradoxale. Elle s'explique par la *règle des doses* (1), qui exprime l'effet souvent inverse d'un médicament à très faible ou à forte dose. J'en ai assez dit pour qu'on comprenne que l'*hygiène* des irritables du sympathique a des prescriptions générales pour tous et seulement quelques indications spéciales selon la prédominance vagale ou orthosympathique de l'hyperexcitabilité.

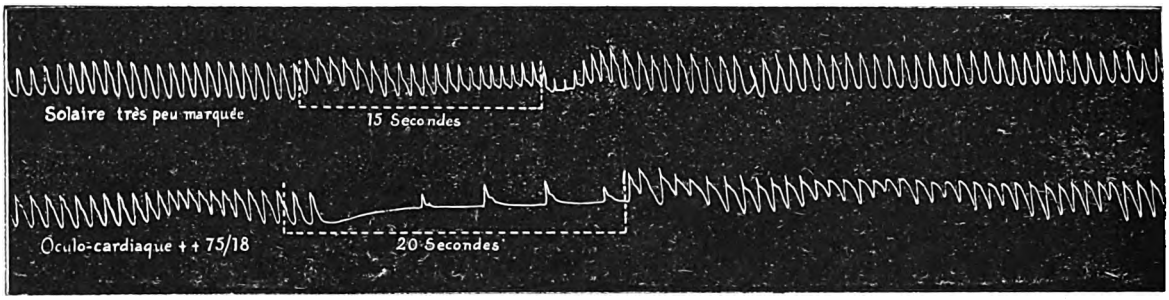


Fig. 3. — Maurice L., 29 ans. Hyperthyroïdien déprimé périodique. — R.-S. peu marqué. — R.-O.-C. très positif.

Toutes les fonctions humaines étant solidaires, non seulement les erreurs hygiéniques relatives à la *nutrition* retentissent sur le sympathique, mais encore celles qui sont relatives aux fonctions de *relation* et de *reproduction*. Je dois donc prévenir contre ces diverses erreurs

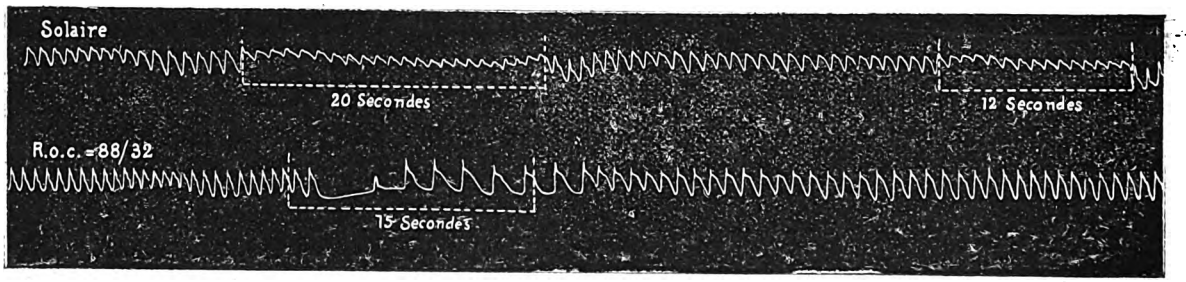


Fig 4. — Maurice L., avec iode. — R.-S. exagéré. — R.-O.-C. moins fort qu'en 3.

Je commencerai par les fonctions de *nutrition* et passerai en revue la respiration, la digestion, la circulation, les sécrétions et le métabolisme général.

La respiration restreinte ou dans l'air confiné, en augmentant le CO^2 du sang, excite le pneumogastrique, d'où des états nauséeux ou lipothymiques rappelant plus ou moins le mal de mer et qui se trouvent à la base de beaucoup de *claustrophobies*. Quand on voit dans un wagon une discussion s'élever entre un voyageur qui désire de l'air

(1) *Laignel-Lavastine*. Pathologie du sympathique. In-8 de 1080 p., Alcan, 1924.

Digitized by Google

et un autre qui s'obstine à maintenir toutes les glaces fermées, il ne faut pas faire un jugement téméraire et mettre sur le compte de l'imagination ce besoin d'air pur réclamé, qui est légitime pour tous et souvent l'expression d'un malaise lié à la vagotonie. Des expériences récentes de Carnot (1), qui avec CO^2 augmenta subitement la motricité de l'estomac et cette action, annihilée par injection sous-cutanée préalable d'un milligramme de sulfate neutre d'atropine, sont en faveur d'une action de CO^2 par la voie du vague et permettent d'expliquer les faits, que je citais plus haut. Il se peut d'ailleurs que l'action de CO^2 sur l'excitabilité vagale ne soit pas seulement directe, mais qu'elle se fasse par l'intermédiaire des variations du pH. On sait que les modifications de la tension de CO^2 dans le sang entraîne des modifications corrélatives de l'équilibre ionique des divers éléments chimiques du milieu intérieur. En particulier (2) la valeur du pH du sang qui dépend de CO^2 et de l'hémoglobine baisse de 20 % quand l'oxygénation demeure stagnante comme dans le sang veineux. D'autre part j'ai (3) montré avec Cornélius que chez les anxieux la valeur du pH de l'urine indique une hypoacidité urinaire, correspondant vraisemblablement à une alcalose sanguine parallèle.

Les variations de l'activité respiratoire en modifiant les échanges et la constitution du milieu intérieur, les contractions plus ou moins fréquentes, fortes et prolongées du diaphragme et des mucles respiratoires du thorax en agissant indirectement sur l'abdomen, le cœur, les vaisseaux, les nerfs du cou, le sympathique thoracique et les splanchniques, entraînent des variations de l'équilibre nerveux, depuis longtemps mises à profit par les ascètes et les mystiques, des Indous à saint Ignace de Loyola. Le yogi Ramacharaka (1) développe longuement l'influence des divers rythmes respiratoires sur l'équilibre psychique et le développement du calme moral. Saint Ignace de Loyola, dans ses *Exercices spirituels*, particulièrement à l'occasion de la récitation du *Pater*, insiste sur l'importance des longues pauses respiratoires entre chaque mot pour faciliter la méditation. Je ne donne que ces deux indications pour signaler toute une étude à faire des procédés ascétiques, dont beaucoup sont des adjuvants de l'oraison dans ses divers degrés en agissant sur l'être entier par l'intermédiaire du sympathique. Ces relations du sympathique avec le *subconscient* se précisent chaque jour de même que les rapports des états mystiques et du subconscient. Il y a donc tout un chapitre à écrire sur l'*hygiène du sympathique dans la vie religieuse.*

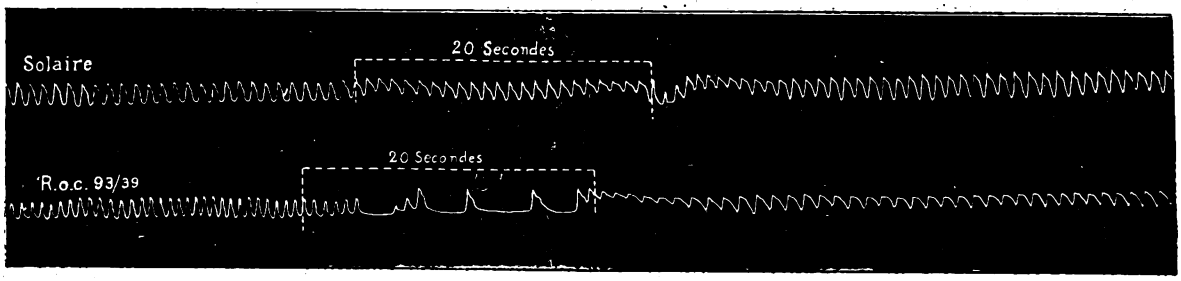


Fig. 5. — Maurice L., avec belladone. — R.-S. très faible. — R.-O.-C. très positif.

Par un phénomène de réversibilité la respiration, surtout la diaphragmatique, est fonction de l'état nerveux et j'ai montré avec Maingot (2) l'intérêt de la phrénoscopie, c'est-à-dire l'étude aux rayons X des mouvements du diaphragme, dans la sémiologie des affections mentales. En effet les mouvements du diaphragme, inconscients, mais variables selon l'activité de l'être, constituent la partie la plus caractéristique de la physionomie somatique. La volonté ne s'habitue pas à en masquer les jeux comme pour la physionomie faciale.

La respiration n'agit pas seulement par son rythme et par les milieux plus ou moins confinés dans lesquels elle s'exerce. Elle est le principal agent de liaison entre les climats et le sympathique.

C'est surtout par le sympathique que les climats agissent sur l'organisme. *Le Sympathique et les climats*, c'est tout un chapitre à développer.

Je n'en indique ici qu'une ou deux idées maîtresses. D'abord les vagotoniques hypotendus, c'est-

(1) P. *Carnot et W. Koskowski.* Act. de CO^2 sur la motricité gastrique et sur le passage pylorique. *Soc. de biol.*, 22 juil. 1922, p. 613.

(2) *Conture H.* Lois et physiol. gén. Biol. méd., oct.-nov.-déc. 1924.

(3) *Laignel-Lavastine et Cornelius.* Le pH urinaire et le titrage des acides organiques de l'urine chez les anxieux et les déprimés, Soc. biol., 16 juin 1923 et18 oct. 1924.

(1) *Yogi Ramacharaka.* Hatha Joga and the yogi philosophy of physical well-being. Yogi publicat. Soc. Masonic temple. Chicago 1905.

(2) *Laignel-Lavastine et Maingot.* Le phrénoscopie des psychopathes. Ac. de méd., 22 nov. 1921.

Digitized by Google

à-dire ceux ou plus souvent celles qui ont une hyperexcitabilité, quelquefois exquise de leur pneumogastrique, réactionnelle à une insuffisance orthosympathique, constitutionnelle ou plus souvent consécutive à une insuffisance surrénale d'origine infectieuse (diphtérie, grippe, tuberculose), supportent mal les altitudes et les changements brusques de pression. Dans une ascension, voire même en funiculaire, ils ont le *mal des montagnes*, comme ils ont, selon les circonstances, le *mal de mer*, le *mal de train* ou le *mal de voiture*.

D'autre part il est une formule stéréotypée, mauvaise comme toutes les formules omnibus, et qu'on va répétant : Pas de climat marin pour les névropathes. Il faut distinguer. Il existe toute une gamme de climats marins ; et certains, qui sont sédatifs, peuvent même convenir à certains hyperthyroïdiens. Mais parmi les névropathes les vagotoniques avec ou par insuffisance orthosympathique, loin de souffrir du bord de la mer, en sont au contraire grandement améliorés. On le conçoit sans peine. L'iode qu'ils inspirent excite en même temps que leur thyroïde leur orthosympathique, exactement comme s'ils en buvaient et il se produit une réaction semblable à celle de mon malade, dont j'ai reproduit le tracé figure 4. Le réflexe solaire est exagéré par excitation par l'iode de l'orthosympathique, sans doute par l'intermédiaire de la thyroïde Cette constatation expérimentale se vérifie chaque jour en clinique. Interrogez des vagotoniques. Combien vous diront qu'elles ne se portent jamais si bien qu'au bord de la mer.

Plus encore que la respiration la *digestion* influe sur l'équilibre vago-sympathique.

On sait que le *jeûne*, qui fait prédominer l'irritabilité du vague, prédispose à l'évasion des automatismes psychiques, comme je l'ai montré ailleurs (1), et j'y vois une des raisons de sa codification dans toutes les religions.

Cette hyperexcitabilité du pneumogastrique par le jeûne explique que certaines personnes supportent si difficilement le jeûne eucharistique.

Inversement le repas entraîne, chez l'individu normal, une inversion de la formule végétative. En représentant l'orthosympathique par O. S. et le vague par V, on peut écrire O. S. > V. au lieu de V > O. S.

Après le repas l'irritabilité du grand sympathique l'emporte sur celle du vague, comme le montre l'épreuve de l'hémoclasie digestive, négative chez le normal, positive chez le vagotonique. C'est donc à la fin du repas ou après qu'il faut donner les médicaments qui excitent le pneumogastrique et non pas le matin et à jeun. La fréquence et la composition des repas agissent aussi sur le sympathique.

Les *goûts alimentaires* sont déjà l'expression de la prédominance orthosympathique ou vagale de l'irritabilité végétative. Ainsi l'enfant maigre, rapide, gros mangeur de viande, est un irritable du grand sympathique, tandis que son frère, plus gras, plus lent, qui préfère les légumes, les pâtes, les sucreries, a, dans une irritabilité végétative réduite, moins d'hypo-irritabilité du vague que du grand sympathique.

Au lieu de céder à ces goûts il sera bon de faire une *contre-diététique élective*, poussant le premier aux légumes, aux aliments riches en chaux, calmants de l'irritabilité nerveuse ; poussant le second enfant vers les viandes, certaines salades, comme le cresson, vers les aliments riches en iode, excitants de la thyroïde et du sympathique.

Indépendamment de la *qualité*, la quantité des aliments, la fréquence et la rapidité de leur ingestion, le degré de mastication ont leur importance. La tachyphagie entraîne souvent l'*aérophagie* chez le vagotonique. On sait, d'autre part, l'heureux résultat obtenu par des petits repas fréquemment répétés chez certains hyperchlorhydriques, qui sont aussi des vagotoniques. Il sagit là de manifestations liées aux lois très générales du mécanisme des chocs, dont Tinel, Santenoise, Pr. Merklen et moi-même (1) avons montré les effets souvent heureux chez des mélancoliques anxieux avec hyperexcitabilité du vague.

La diététique des *liquides* est aussi importante que celle des aliments solides. La boisson physiologique est l'eau pure ; la quantité ingérée en varie selon la soif, en général légère chez le vagotonique simple, très grande chez l'holosympathique hyperthyroïdien. Les boissons fermentées sont plus des condiments que des aliments. Très réduites sinon défendues chez les irritables du grand sympathique, elles rendent souvent service chez certains vagotoniques hypotendus, mais à très petites doses, car facilement elles entraîneraient des troubles. Ces asthéniques orthosympathiques n'ont, en effet, souvent des symptômes d'irritabilité du vague que par réaction relative à l'insuffisance chromaffine. Quant aux boissons distillées elles seront défendues chez tous. Un certain nombre d'insuffisants végétatifs y prennent goût, car ils y trouvent une excitation qui leur manque et un état transitoire d'hyperexcitabilité sympathique bien connue, mais ce bien-être factice est suivi d'une insuffisance encore plus marquée.

(1) *Laignel-Lavastine.* Sympathique et psychoses périodiques. Progrès médical, 11 nov. 1922, p. 529.

(1) *Tinel, Santenoise, Pr. Merklen, Laignel-Lavastine.* Sc. de Psychiatrie, 1924, in Journal de Psych., 1924.

Digitized by Google

L'hygiène *circulatoire* joue un rôle immense chez beaucoup de sympathosés. Il faut non seulement veiller à ne pas surmener le cœur surtout aux époques critiques chez la femme, mais encore cultiver la circulation périphérique par les exercices musculaires et l'hydrothérapie. Celle-ci, trop délaissée dans ces dernières années, est doublement précieuse en raison de la gymnastique des petits vaisseaux qu'elle fait faire et de l'action qu'elle exerce sur toute la nappe nerveuse périphérique disséminée dans la peau. C'est surtout par cet intermédiaire, où les vasomoteurs voisinent avec les fibres sensitives, que les *cures naturistes*, qui ont de temps en temps de grandes vogues, agissent sur les organismes, indépendamment de leur rôle imaginatif. L'hygiène *sécrétoire* et particulièrement urinaire doit être surveillée d'autant plus que de nombreux vagotoniques sont hypotendus et que leur oligurie peut faciliter l'auto-intoxication. Par contre l'hygiène sudorale n'a pas la valeur que le public lui attribue, car l'élimination par la sueur est infime relativement à l'élimination urinaire.

L'hygiène sécrétoire la plus importante pour l'équilibre du sympathique est l'hygiène des *sécrétions internes*. Trop d'inconnues existent encore en endocrinologie pour que cette question puisse être même esquissée ici. Deux problèmes la dominent, le problème neuro-génital et le problème du métabolisme lié à l'équilibre endocrinien. Je dirai un mot du premier problème à propos de l'hygiène génitale. Le second problème est tout un monde. A titre d'indication les Américains (1) viennent d'y consacrer un ouvrage en 5 volumes qui n'est qu'une introduction. Au point de vue simplement hygiénique endocrinien, ce qu'il me faut souligner, c'est d'une part l'influence admise universellement aujourd'hui (2) des sécrétions internes sur l'équilibre sympathique comme sur l'équilibre neuro-psychique général et d'autre part l'influence, non moins certaine dans certains cas, démontrée entre autres, par Crile et Cannon, des réactions nerveuses en général et des émotions en particulier sur les variations endocriniennes. L'hygiène endocrino-sympathique est donc le pont qui unit l'hygiène sympathique des fonctions de nutrition à celle des fonctions de relation.

Cette *hygiène des fonctions de relation* est de première importance chez les malades qui présentent des syndromes sympathiques, car la solidarité fonctionnelle de l'organisme est telle que, si les perturbations vagosympathiques ont souvent des retentissements sur la vie de relation de l'individu malade, réciproquement et plus souvent encore les troubles de l'activité musculaire, intellectuelle ou affective, ont leurs corrélatifs dans la vie végétative. L'influence heureuse des réactions motrices musculaires, comme phénomène de compensation aux troubles émotifs, a été mise en évidence par Derrien et Piéron (1), qui ont vu que la peur entraîne, avec hyperglycorachie corrélative, une hyperglycémie, qui est fonction et de l'intensité de l'émotion et de l'inhibition des réactions motrices naturelles. Un phénomène de compensation analogue a été noté par Pawlow. Lorsque la vue du pain a produit chez un chien affamé la réaction salivaire, celle-ci cesse en même temps que se produit une agitation violente pour se saisir du pain, si un autre chien cherche à l'enlever. L'homme ému doit donc se livrer à une activité motrice légitime pour *dériver* dans le système nerveux de relation des influx nerveux tendant à des réactions végétatives. C'est un nouvel aspect de la question du *refoulement* et que le bon sens populaire avait depuis longtemps saisi.

Aussi doit-on conseiller aux émotifs, aux coléreux, aux irritables du sympathique l'activité musculaire, sous forme de marche au grand air par exemple, la sédentarité étant, avec le surchauffage et la suralimentation carnée, les trois vices bourgeois, qu'on doit combattre pour rétablir l'équilibre nutritif.

L'hygiène intellectuelle doit naturellement être surveillée, mais a beaucoup moins d'importance que l'hygiène affective. C'est le *surmenage affectif* qui fatigue le système nerveux. Réciproquement le calme moral, que donne l'isolement avec ses accompagnements esthétiques, lumineux, colorés, musicaux, etc., repose tout le système nerveux, le système sympathique comme le sensorio-moteur volontaire.

L'hygiène du *sommeil*, qui commande le psychisme, est elle-même dominée par le sympathique. L'humanité se divise en deux camps relativement au lever. Les uns chantent la beauté du lever du jour et, actifs dès l'aurore, tombent de sommeil le soir. Les autres ne veulent pas se coucher mais sont malaises au réveil, ne peuvent rien faire de bon le matin et vont d'autant mieux que la journée s'avance davantage. Les premiers sont des orthosympathiques, les seconds des vagotoniques. C'est par tempérament qu'ils sont ainsi les uns du matin et les autres du soir. Il n'y a donc pas de

(1) *Lewellys Barker, Hoskins et Mosenthal.* Endocrinology and metabolism. 5 vol. in-8. Appleton (N. Y. et broch.), 1922.

(2) *Laignel-Lavastine.* Tr. psychiq. par pertubat. des secrét. int. Congr. de Dijon, in-8 Masson, 1908 et Secrét. int. et syst. nerv. R. de méd., 1914-1915.

(1) *Derrien et Piéron.* J. de Psychol., 15 juin 1923, p. 533-542.

Digitized by Google

raison valable pour que les premiers traitent les seconds de paresseux parce que leur période de veille, qui peut même être plus courte, commence plus tôt.

Connexe de l'hygiène affective est l'*hygiène génitale.* L'importance des fonctions de reproduction dans la physio-pathologie du sympathique est telle que je viens d'en faire l'objet d'un travail spécial (1). Cette importance est d'ailleurs différente chez l'homme et chez la femme.

Chez l'homme le rôle des fonctions génitales est plus affectif et balistique que glandulaire. On connaît l'Iliade de maux joints à l'impuissance et les anxiétés liées aux fraudes dans le devoir conjugal, tandis que l'insuffisance diastématique a une symptomatologie sympathique en général assez restreinte. Chez la femme, au contraire, le rôle de l'ovaire est primordial. *Tota mulier in ovario.* L'ovaire est la grande raison pour laquelle il y a vraiment une médecine féminine et surtout une neuropsychiatrie féminine.

Nombre de syndromes vago-sympathiques dépendent de perturbations de l'ovaire, à tel point que chez toute femme, atteinte de vago-sympathose diffuse, il faut rechercher d'abord l'état des ovaires. Il existe toute une prophylaxie et toute une thérapeutique gynécologique des sympathoses.

Je ne peux m'étendre ici sur ces faits. Je terminerai simplement par une remarque générale. Une disposition physiologique commande la plupart des réactions génitales. Cette disposition, c'est la vagotonie. Il existe dans la sphère génitale un nerf qui est l'homologue pelvien du pneumogastrique. Ce nerf, l'*érecteur sacré,* obéit aux excitants et aux sédatifs du pneumogastrique comme ce dernier lui-même. L'hygiène des irritables neuro-génitaux n'est donc, en grande partie, qu'une annexe de l'hygiène générale des vagotoniques. Ces sujets, très nombreux, qui sont moins des malades que des pas tout à fait bien portants, traitez-les comme des vagotoniques et vous obtiendrez neuf fois sur dix des résultats remarquables.

***

On voit quelle est l'étendue de l'hygiène des irritables du sympathique. Bien comprise elle peut rendre de grands services, car elle s'applique à des individus, dont les malaises n'annihilent pas la valeur sociale et qui sont souvent très utiles à la chose publique.

Dr LAIGNEL-LAVASTINE.

(1) *Laignel-Lavastine.* Les syndromes sympathiques génitaux. Conférence de la Faculté de méd., le 21 janv. 1925. Paris médical, 1926.

L'ANALYSE MAGNÉTIQUE DES HYDROXYDES

L'étude physique des corps apporte à la recherche chimique une aide des plus précieuses, et la connaissance de toute propriété nouvelle représente pour l'observateur un accroissement des possibilités de travail, et comme un sens de plus au service de l'investigation.

A cet égard, l'analyse magnétique des hydroxydes, bien qu'à peine ébauchée, apparaît particulièrement suggestive. Les hydroxydes métalliques sont, pour la plupart, dans un état d'hydratation mal défini. Lorsqu'on les examine magnétiquement, on constate une grande variabilité, qui s'étend aux oxydes anhydres résultant de leur calcination.

Récemment encore, il n'existait dans cet ordre d'idées que des observations isolées et auxquelles, en général, on n'avait pas volontiers pris garde. Dans l'opinion implicite où l'on était de la constance nécessaire des propriétés magnétiques des corps, on attribuait surtout les divergences signalées à des erreurs de technique. En fait, l'étude systématique des propriétés magnétiques des hydroxydes et de leurs anhydrides conduit à des phénomènes nouveaux, et à des réactions destinées à échapper à la balance et aux procédés ordinaires d'analyse. Les hydroxydes, placés dans certaines conditions, en suspension dans l'eau chaude par exemple, ou encore dans d'autres milieux où ils jouent le rôle de catalyseurs, subissent une évolution qui se manifeste au magnétisme et qui par conséquent donne prise à la mesure. Quelle est la nature de cette évolution et quelle entité de matière intéresse-t-elle? La recherche est encore trop récente et les données acquises trop peu nombreuses pour qu'une théorie puisse, dès à présent, s'élaborer. Nous nous bornerons donc à résumer les faits expérimentaux que nous avons pu recueillir jusqu'ici.

***

On saisira toute la complexité de la question à propos de l'hydroxyde ferrique, qui précipite des sels ferriques par l'ammoniaque et les alcalis. L'examen de cet hydroxyde, préparé à froid, et de son oxyde calciné au rouge sombre, fournit une première constatation. A poids égal de métal, le coefficient d'aimantation de l'anhydride n'est qu'une fraction de celui de l'hydroxyde correspondant.

Supposons maintenant qu'on laisse séjourner

Digitized by Google

l'hydroxyde au sein de l'eau chaude. On sait, que, dans ces conditions, il perd la majeure partie de son eau d'hydratation et devient chimiquement très différent, ainsi que Péan de Saint-Gilles l'a montré au siècle dernier. Nous allons voir que la transformation n'est pas moins nette au point de vue magnétique. Les expériences se faisaient à l'aide de tubes scellés qu'on chauffait une douzaine d'heures, au bain d'huile, à des températures variables.

. La manipulation achevée, ce qu'on récupère au fond des tubes est de « l'hydroxyde modifié », suivant la terminologie de Péan de Saint-Gilles. L'hydroxyde modifié, très tassé et rouge brique, est légèrement plus magnétique que l'hydrate initial, à poids égal de métal. Mais la calcination surtout vient accentuer cette différenciation, car elle ne provoque plus d'affaiblissement des propriétés magnétiques, si toutefois le traitement à l'eau chaude a eu lieu à une température suffisamment élevée. En d'autres termes, le coefficient d'aimantation de l'anhydride modifié reste du même ordre que celui de son hydrate. De sorte que nous pouvons relever une circonstance frappante, savoir l'existence de deux oxydes ferriques de même composition chimique Fe^2O^3, dont l'un, l'anhydride modifié, est plusieurs fois plus magnétique que l'autre, celui qui dérive de l'hydrate préparé à froid. Les deux oxydes sont dissemblables également par la couleur. Tandis que le dernier est brun, l'anhydride modifié conserve la couleur rouge brique de son hydrate.

Ainsi que Péan de Saint-Gilles l'avait déjà remarqué, l'hydroxyde modifié est difficilement soluble dans les acides. Cependant on parvient à le dissoudre à chaud, dans l'acide chlorhydrique concentré. En précipitant ce nouveau chlorure par l'ammoniaque, et en traitant le nouveau précipité en tubes scellés, on obtient un nouvel hydrate modifié qui donne par calcination un nouvel oxyde modifié. On constate alors que ces substances sont plus magnétiques que les substances respectivement correspondantes de la première opération. Par conséquent, fait inattendu, la dissolution dans l'acide ne détruit pas les traces de la première évolution. Tout se passe comme si la matière conservait le souvenir de ses états antérieurs. En répétant encore le cycle des opérations, on constate une nouvelle exaltation des propriétés magnétiques. Les phénomènes paraissent tendre vers des limites. Dans des conditions expérimentales favorables, on peut parvenir à des substances une trentaine de fois plus magnétiques que l'oxyde provenant de l'hydrate préparé à froid.

L'hydroxyde ferrique n'est pas seul à évoluer au sein de l'eau chaude. Nous passerons rapidement en revue quelques observations faites sur d'autres hydrates, dans des conditions analogues.

L'hydroxyde de chrome, séjournant dans l'eau chaude, devient moins magnétique. Il en est de même de son oxyde. En reprenant plusieurs fois les traitements, après dissolution dans les acides, on constate une diminution progressive des coefficients d'aimantation, qui paraissent tendre finalement vers des limites. Le sens des phénomènes est exactement opposé à celui qu'on observe dans le cas de l'hydroxyde ferrique.

L'évolution que subit au sein de l'eau chaude l'hydroxyde cuivrique se trahit par un changement de coloration, virage du bleu au brun. Elle s'accompagne d'un abaissement du coefficient d'aimantation. Par calcination des deux hydroxydes, on aboutit à des oxydes magnétiquement équivalents, dont le coefficient d'aimantation est de l'ordre de celui de l'hydrate modifié. Les résultats ne paraissent guère dépendre de la température à laquelle on a porté l'eau chaude, et on ne constate pas de souvenir sensible.

A l'hydroxyde nickeleux qu'on précipite à froid des sels nickeleux par les alcalis, correspond un anhydride calciné environ six fois moins magnétique. Si l'on soumet l'hydroxyde nickeleux à des traitements à l'eau chaude et à des dissolutions dans les acides, on obtient des hydroxydes modifiés de moins en moins magnétiques. Pour ce qui est des oxydes correspondants, leur coefficient d'aimantation croît d'abord jusqu'à un maximum, puis décroît. Le maximum paraît d'autant plus rapidement atteint que la température de l'eau chaude est plus élevée. On peut obtenir de la sorte un oxyde une quarantaine de fois plus magnétique que l'oxyde provenant de l'hydrate préparé à froid.

L'hydrate de sesquioxyde de nickel, qu'on précipite des sels nickeleux par un hypochlorite alcalin, donne lieu à des phénomènes du même genre, moins accusés cependant.

Récapitulons en quelques mots les résultats de cette analyse magnétique des hydroxydes.

Lorsqu'on calcine un de ces hydroxydes préparés à froid, on observe, à poids égal de métal, un abaissement du coefficient d'aimantation.

Lorsqu'un de ces hydroxydes demeure en suspension dans l'eau chaude, il y subit une évolution magnétique. Chacun d'eux accuse une évolution caractéristique. Les deux hydroxydes de nickel éprouvent des évolutions très voisines qui ne se discernent que par leur ampleur.

Nous n'avons examiné jusqu'ici que les hydroxydes paramagnétiques. Il se peut que les hydroxydes diamagnétiques soient également susceptibles d'évolution.

••

Digitized by Google

Un phénomène remarquable est celui du souvenir, qui se transmet d'une opération à une autre, en dépit des dissolutions dans les acides. On pouvait chercher à imputer l'origine de ce phénomène au caractère colloïdal des solutions intermédiaires. Afin d'élucider ce point dans le cas de l'hydroxyde ferrique, on faisait cristalliser les solutions intermédiaires de chlorure à l'état de chlorure double de fer et d'ammonium. Le souvenir semblait en effet s'effacer. Cependant ces solutions apparaissent optiquement vides à l'ultra-microscope, et d'ailleurs on ne saurait les regarder comme colloïdales sans attribuer également ce caractère, dans le cas des hydroxydes de nickel, aux solutions intermédiaires de sulfate et de nitrate de nickel, ce qui ne semble guère démontré. La question de l'origine du souvenir est donc loin d'être résolue.

***

Ce n'est pas seulement au sein de l'eau chaude qu'on peut observer l'évolution des hydroxydes. On la retrouve encore dans d'autres milieux, ainsi que le montrent des expériences récentes sur l'hydroxyde nickeleux et sur l'hydroxyde ferrique.

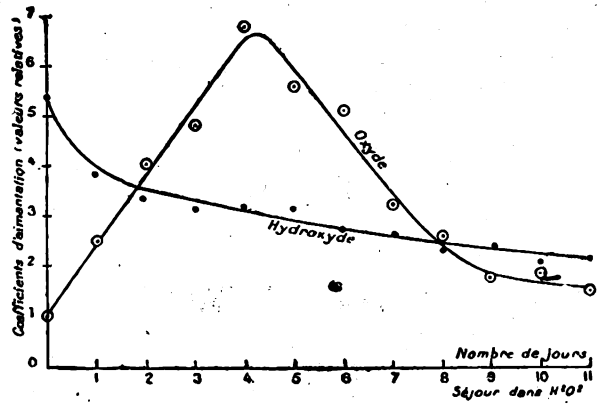


FIG. 6. — Marche des phénomènes d'aimentation.

Ces hydroxydes, lorsqu'ils demeurent en suspension dans l'eau oxygénée, la décomposent avec dégagement d'hydrogène sans subir eux-mêmes d'oxydation apparente, et dans cette réaction, où ils jouent le rôle de catalyseurs, ils ne restent pas magnétiquement identiques à eux-mêmes.

Nous donnerons ici les résultats d'une expérience qualitative faite sur la décomposition de l'eau oxygénée par l'hydroxyde nickeleux, catalyse découverte par Thénard, il y a plus d'un siècle.

L'hydroxyde nickeleux, à mesure que l'eau oxygénée se décompose, devient de moins en moins magnétique. En même temps, le coefficient d'aimantation de son anhydride calciné augmente jusqu'à un maximum, puis décroît. La marche des phénomènes est représentée graphiquement par la fig. 6 où l'on a porté en abscisses les durées de séjour et en ordonnées les coefficients d'aimantation rapportés à un même poids de métal. La balance magnétique signale que le catalyseur subit une véritable réaction., réaction qui se poursuit encore et de façon particulièrement curieuse sur l'anhydride.

***

Nous voyons, par cet exposé rapide, quels aperçus nouveaux laisse entrevoir l'analyse magnétique des hydroxydes.

Nous savions déjà que les propriétés magnétiques d'un corps peuvent être fonctions des conditions chimiques où il se trouve. Ainsi le cuivre, qui est diamagnétique à l'état métallique, est paramagnétique dans ses combinaisons. On connaît mieux encore l'exemple du fer qui dissimule si notablement son magnétisme dans ses composés. Et cette dissimulation ne se produit pas là toujours au même degré, elle est beaucoup plus accentuée dans les composés ferriques que dans les composés ferroso-ferriques.

L'analyse magnétique des hydroxydes et de leurs anhydrides montre en outre que, même engagé dans une combinaison déterminée, un élément donné peut ne pas jouir de propriétés constantes. Nous avons vu, en effet, qu'on peut obtenir deux oxydes de fer de même composition Fe^2O^3, et dont les coefficients d'aimantation sont entre eux comme 1 et 30. De même on peut préparer deux oxydes nickeleux NiO qui au point de vue magnétique sont entre eux comme 1 et 40.

La variabilité magnétique des hydroxydes et de leurs anhydrides est digne d'attention, si on la rapproche de la constance magnétique des corps cristallisés, reconnue à maintes reprises. Elle donne l'impression d'une sorte de déformation progressive et continue.

Dans les différents cas, l'évolution magnétique semble liée à une réaction chimique. Au sein de l'eau chaude, il s'agit d'une déshydratation ; au sein de l'eau oxygénée, il s'agit de la décomposition du milieu ambiant. Ces diverses réactions peuvent être réunies sous le nom de réactions magnéto-chimiques, qui rappelle leur double caractère. Bien que l'analyse pondérale ne puisse en dévoiler qu'un aspect tronqué et unilatéral, les réactions magnéto-chimiques sont bien en réalité des réactions bilatérales. Il semble que la connaissance de leur mécanisme, d'ailleurs compliqué, doive apporter des indications intéressantes pour le problème de la constitution de la matière.

Suzanne VEIL,
Docteur ès Sciences.

Digitized by Google

REVUE COLONIALE

LA FORÊT COLONIALE ET LES BOIS COLONIAUX (1)

I. — Nos richesses forestières coloniales

Nos forêts coloniales sont extrêmement intéressantes, non seulement par les bois qu'elles peuvent nous fournir, mais aussi par l'influence qu'elles exercent sur le climat et la régularité des chutes d'eau dans nos colonies, ainsi que par l'attrait touristique qu'elles offrent aux visiteurs des régions équatoriales.

Forêts vierges ou primaires et forêts reconstituées après coupes ou défrichements, ou forêts secondaires, pour être différentes entre elles, sont également pittoresques. Dans une atmosphère de serre humide et de demi-obscurité, les arbres atteignent des dimensions prodigieuses (jusqu'à 15 mètres et plus de circonférence et 40 mètres de hauteur sous branches). La flore est d'une richesse et d'une luxuriance infinies; elle présente un assemblage de spécimens les plus puissants et les plus infimes du règne végétal, dans un réseau confus et inextricable de lianes.

Une récente campagne de presse a attiré l'attention du public sur l'utilité de nos massifs forestiers, le péril qui résulte des coupes inconsidérées et la nécessité de procéder à des reboisements.

On sait que la forêt joue le rôle d'éponge, retient les eaux de ruissellement, et assure la régularité du débit des cours d'eau. On a constaté que les sols boisés absorbaient 61 % des précipitations atmosphériques, alors que les sols nus, lavés par les pluies, n'en absorbent que 6 % tout au plus. La forêt exerce également une influence bienfaisante sur le climat d'un pays et sur la régularisation des chutes d'eau.

En pays tropical, l'influence de la forêt est beaucoup plus grande encore que dans nos régions tempérées et l'écart possible entre les chutes d'eau est bien plus considérable que chez nous. C'est ainsi qu'il tombe annuellement jusqu'à 11 mètres d'eau au Cameroun, alors qu'il n'en tombe que quelques centimètres seulement au Sahara. Nulle part, en France, il ne tombe plus de 1m 80 d'eau par an. Il en résulte que nous avons moins à redouter les inondations et les ravinements que sous les climats tropicaux.

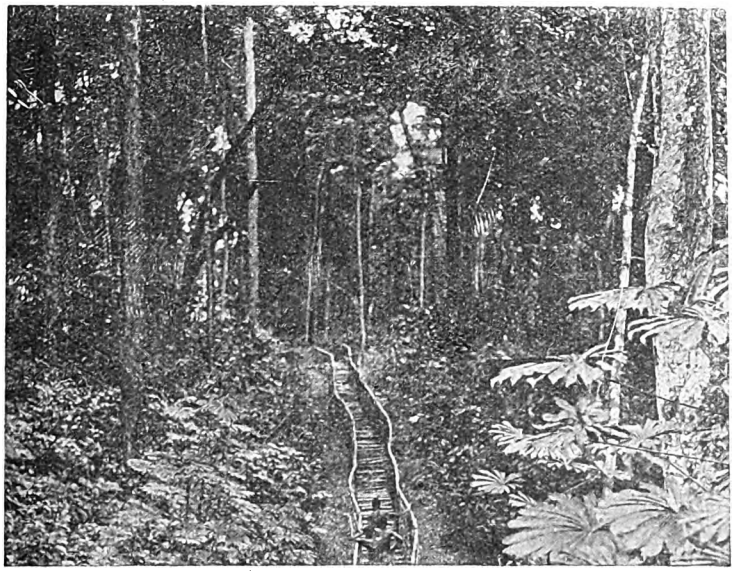


Fig. 7. — Aspect de la forêt primaire (*Cliche Sect. phot. de l'Armée*).

On peut en déduire l'énorme importance de la conservation du taux de boisement, déjà trop faible, de nos colonies puisque les forêts n'occupent guère plus de *huit pour cent* de leur territoire, qui s'étend au total sur plus de 1.100 millions d'hectares, c'est-à-dire vingt fois la France. Nous devrions avoir surtout dans ces régions tropicales un taux de boisement d'au moins 35 % qui ramènerait partout la fécondité.

(1) Je tiens à remercier M. Meniaud, administrateur de 1re classe des colonies, qui m'a donné, pour la recherche des documents et pour la rédaction du présent travail, la meilleure et la plus utile collaboration.

Digitized by Google

Malgré ce taux de boisement insuffisant, compte tenu de nos énormes territoires désertiques, nous possédons cependant un splendide domaine forestier colonial.

On estime que la forêt couvre :
11 millions d'hectares à la Côte d'Ivoire ;
20 millions d'hectares au Gabon et Moyen-Congo ;
8 millions d'hectares au Cameroun ;
3 millions d'hectares en Guinée ;
7 millions d'hectares en Guyane.

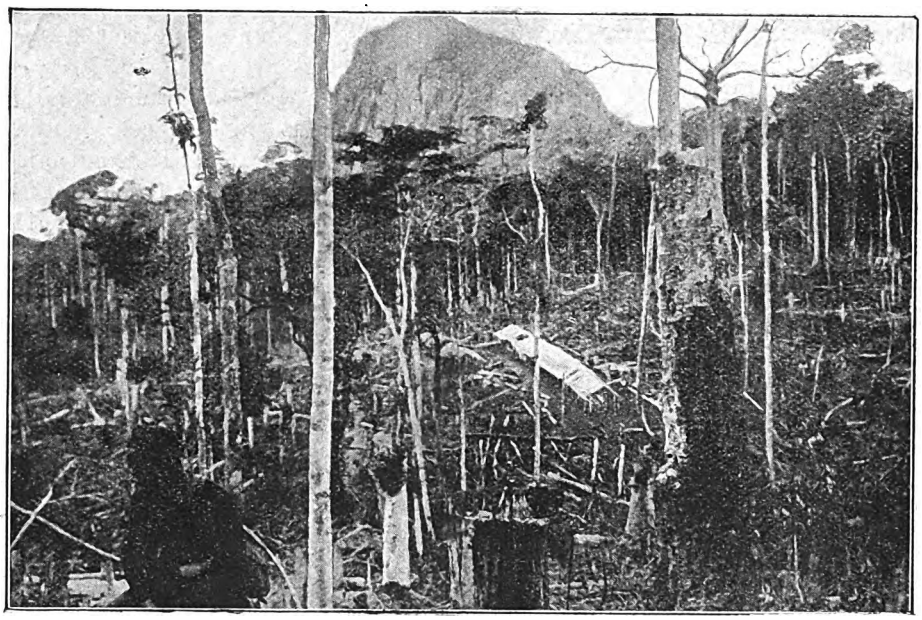


Fig. 8. — Village pahouin dans la forêt. Défrichement. Arbres tués par les incendies consécutifs au défrichement (*Cliché Perriquet*).

L'Afrique du Nord, Algérie, Tunisie, Maroc, dont les besoins vont croissant, renferme 5 millions d'hectares.

En Indochine, nous devrions aménager au moins 25 millions d'hectares. Mais les 20 millions d'habitants de notre empire asiatique ont déjà anéanti de grands massifs.

Madagascar possède 9 millions d'hectares boisés.

La Nouvelle-Calédonie : 200.000 hectares.

Ajoutons encore : 200.000 hectares au Dahomey, 100.000 environ à la Réunion, 60.000 à la Guadeloupe, quelques milliers d'hectares dans nos autres colonies et nous trouvons, pour l'ensemble de nos forêts coloniales, une superficie boisée globale d'environ 90 millions d'hectares.

Soit deux fois la superficie totale de la France et dix fois la contenance de nos forêts métropolitaines.

Il faut retenir surtout : environ 50 millions d'hectares dans les colonies de l'Atlantique (Côte d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Guyane, etc...) qui paraissent les plus susceptibles de nous fournir immédiatement des bois d'œuvre en grandes quantités, et 30 à 35 millions pour Madagascar et l'Indochine. Le premier groupe fournit déjà des acajous et des okoumés par centaines de milliers de tonnes ; l'exploitation des autres essences s'y organise progressivement, au fur et à mesure que ces essences, commençant à être appréciées de la clientèle, trouvent des facilités d'écoulement. Le second ne fournit guère à l'Europe que des bois d'ébénisterie, acajou, palissandre, ébène (Madagascar) et des tecks (Indochine), mais les forêts de la Grande-Ile et surtout celles de l'Indochine alimentent une industrie locale assez développée et sont destinées à produire les bois nécessaires aux régions limitrophes peuplées et industrielles (Sud Afrique, d'une part, Chine et Java, d'autre part).

En dehors des bois de grand choix, l'industrie préfère généralement, pour l'ébénisterie légère, la menuiserie et la carrosserie, des essences demi-dures ou tendres et c'est vers l'exploitation de ces essences que se porte principalement l'effort actuel des exploitants coloniaux.

Les bois, plus lourds, pour charpente ou traverses de chemin de fer, luttent plus difficilement contre les bois de pays ou les pins et sapins du Nord ; leur vente est d'autre part beaucoup moins rémunératrice : aux frets plus élevés à volume égal que ceux des bois tendres, s'ajoutent pour les exploitants les inconvénients résultant d'une densité souvent supérieure à celle de l'eau et empêchant le flottage ; leur évacuation des chantiers, leur embar-

Digitized by Google

quement en rade foraine présentent des difficultés qui se traduisent par une élévation du prix de revient. Enfin, l'écoulement n'est pas régulièrement assuré, car sans être plus difficiles à débiter ou à travailler que les bois durs d'autres provenances, ils nécessitent parfois un outillage spécial qu'hésitent encore à se procurer nombre d'employeurs.

II. — Rôle des bois d'œuvre coloniaux dans l'industrie européenne et surtout en France.

Personne n'ignore que les forêts de l'Europe Occidentale et Méridionale sont loin de suffire aux besoins de la consommation de cette partie du continent, en bois de toutes sortes. La France, l'Angleterre, l'Allemagne (ces deux dernières nations chacune dans une mesure beaucoup plus forte que la nôtre), la Belgique, l'Italie, le Danemark, la Suisse, l'Espagne, le Portugal, la Bulgarie, la Grèce, doivent importer chaque année, en majeure partie des pays du Nord (Canada, Suède, Norvège, Finlande), des quantités considérables de bois d'œuvre, bois de charpente, bois de menuiserie et d'ébénisterie, merrains, etc..., ainsi que des quantités appréciables de pâtes de bois.

Une statistique établie en 1898 faisait ressortir ces importations à plus de 32 millions de mètres cubes, dont près de 3 millions pour la France, 15 millions pour l'Angleterre et 9 millions pour l'Allemagne. Depuis cette époque, la consommation a augmenté considérablement, alors que les forêts se sont encore appauvries, surtout pendant la guerre ; les importations ont presque doublé dans l'ensemble.

Ressources forestières offertes par nos colonies. — Grâce à nos colonies, nous pouvons parer en grande partie au déficit des forêts françaises et fournir en outre un appoint intéressant aux pays étrangers.

Nos forêts coloniales tiennent à notre disposition des bois de toutes sortes pour ébénisterie, menuiserie, usages divers. Sauf en ce qui concerne les résineux, dont on ne trouve des peuplements qu'en Indochine (genre pin) et dont on ne peut guère envisager pratiquement l'importation en France, les bois qu'elles contiennent peuvent remplacer presque tous ceux qui sont actuellement utilisés par notre industrie.

Qualité et tenue des bois coloniaux. — On a beaucoup médit des bois coloniaux, mais les accusations portées contre eux tiennent beaucoup moins à leurs qualités ou à leurs défauts qu'aux conditions défectueuses de leur importation, de leur débit (1), ou de leur emploi.

Certaines essences tendres, qui eussent dû être débitées sur place et dès abatage, sont arrivées après quelques mois de stockage ou de manutention en plein air, plus ou moins échauffées et à peu près inutilisables. La majeure partie des autres a été employée avant d'avoir subi une dessiccation suffisante : les bois se sont courbés ou bien ont subi un retrait comme l'auraient fait nos meilleurs chênes ou hêtres de France employés encore à l'état vert.

Pour les bois coloniaux comme pour nos bois

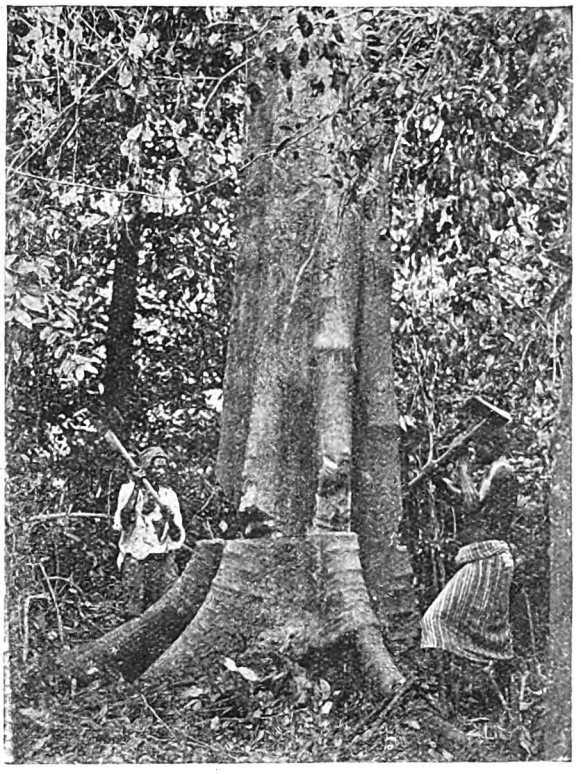


Fig. 9. — Abatage d'un azobé. (*Cliché Sect. phot. de l'Armée*).

indigènes, les résultats obtenus sont fonction d'organisation et d'emploi judicieux. Que l'on utilise exclusivement des bois de bonne qualité, après un séchage suffisant naturel ou artificiel, et l'on aura pas à craindre de mécomptes. Dès maintenant, du reste, la cause n'est plus à plaider ; les bois coloniaux sont de plus en plus appréciés et le jour où le marché en sera complètement organisé, où l'industrie trouvera à s'approvisionner régulièrement en sciages et contreplaqués de toutes sortes, leur triomphe sera définitivement assuré.

Faut-il installer aux colonies des scieries à grand

(1) Certaines essences provoquent par leurs poussières, au sciage ou au rabotage, de l'irritation des muqueuses. Les ouvriers non avertis éprouvent de ce fait de la répulsion à les travailler, si la ventilation de l'atelier n'est pas suffisante. Il est facile d'obtenir une bonne aération.

Digitized by Google

débit ? — Pour activer la vulgarisation, sauf pour les bois de placage qui doivent être tranchés ou déroulés et qu'il faudra encore importer en billes, il y aurait grand avantage à ce que les bois fournis par nos colonies fussent sciés sur place, aux dimensions courantes du commerce, puis séchés à l'air libre ou en étuves, avant expédition. On éviterait ainsi tout déchet, on réduirait sensiblement les frais de transport, on ne livrerait que des bois de qualité prêts à être employés.

On a discuté beaucoup à ce sujet et les arguments présentés ne manquent pas de valeur. L'installation et le fonctionnement dans nos colonies de scieries à grand débit comporte des inconvénients sérieux ; le transport coûteux du matériel, les frais de voyage et les salaires élevés d'un personnel technique assez important, une main-d'œuvre indigène inexpérimentée et rare, des difficultés d'embarquement, sont les principaux. Par contre, il y a lieu de considérer que les emplacements de scieries et dépôts, nécessairement assez vastes, peuvent être obtenus presque gratuitement, que les constructions et abris pour les sciages peuvent être édifiés à très peu de frais, le bois utilisé pour les charpentes ne coûtant rien ou presque. Enfin, le bois soumis selon les saisons à des différences

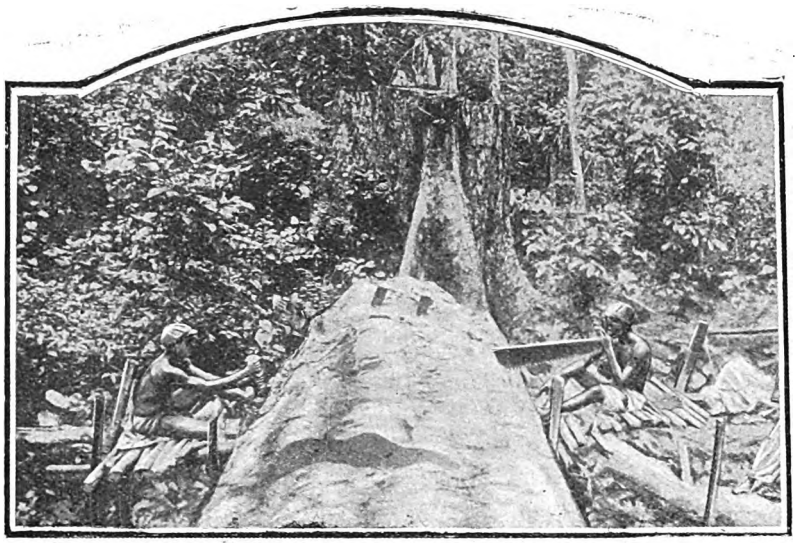


Fig. 10. — Tronçonnage à la scie passe-partout.

Fig. 11. — Tirage du bois avec traction humaine. Côte d'Ivoire (*Cliché Sect. phot. de l'Armée*).

Digitized by Google

hygrométriques assez considérables, à une température assez chaude en général, sèche plus rapidement aux colonies qu'en Europe et dans d'aussi bonnes conditions, si l'on sait profiter des variations climatériques au lieu de se laisser dérouter par elles. De là, une immobilisation de capitaux moindre que pour une industrie similaire montée dans notre pays.

Des étuves pour le séchage artificiel des sciages pourraient, du reste, aussi bien être installées aux colonies qu'en France; elles permettraient de réduire au minimum les stocks de bois sciés, de les réaliser au fur et à mesure des débits et de présenter aux acheteurs des bois plus frais, plus jolis d'aspect, ne portant ni trace de moisissure, ni fente ou gerce résultant généralement d'un séchage prolongé à l'air libre. L'économie réalisée sur les frais de transport, et qui peut varier de 20 à 60 % selon les dimensions de sciages, est néanmoins le fait principal en faveur de l'installation de scieries aux colonies.

Certains industriels préconisent une solution moyenne : gros débitage aux colonies, importation immédiate des débits obtenus, puis refente et séchage en Europe. Le système peut avoir du bon temporairement; il nécessite toutefois un double passage à la scierie et des frais supplémentaires de manutention.

Quoi qu'il en soit, des scieries seront nécessaires aux colonies lorsque l'on voudra exploiter sérieusement les bois communs qui ne pénètrent actuellement sur nos marchés qu'avec trop de difficultés. Tous les pays exportateurs de bois sont venus à cette conception; nos colonies ne pourront s'y soustraire.

Plusieurs scieries importantes fonctionnent déjà à la Côte d'Ivoire, au Cameroun, au Gabon (1). En outre des besoins locaux, elles alimentent en bois débités les colonies voisines et expédient sur la Métropole un tonnage déjà appréciable. Il semble que le principal obstacle à leur développement consiste dans les difficultés d'embarquement des bois sciés à bord des navires qui viennent mouiller dans les rades foraines et dont les opérations sont parfois très lentes, pour peu que la houle et surtout la « barre », phénomène que l'on constate partout sur la côte africaine, sauf dans les rades abritées, rendent aléatoire le transit par baleinières des marchandises périssables (les bois sciés rentrent dans cette catégorie; l'eau de mer produit sur leur surface des taches bleuâtres ou noirâtres qui les déprécient assez fortement) (2).

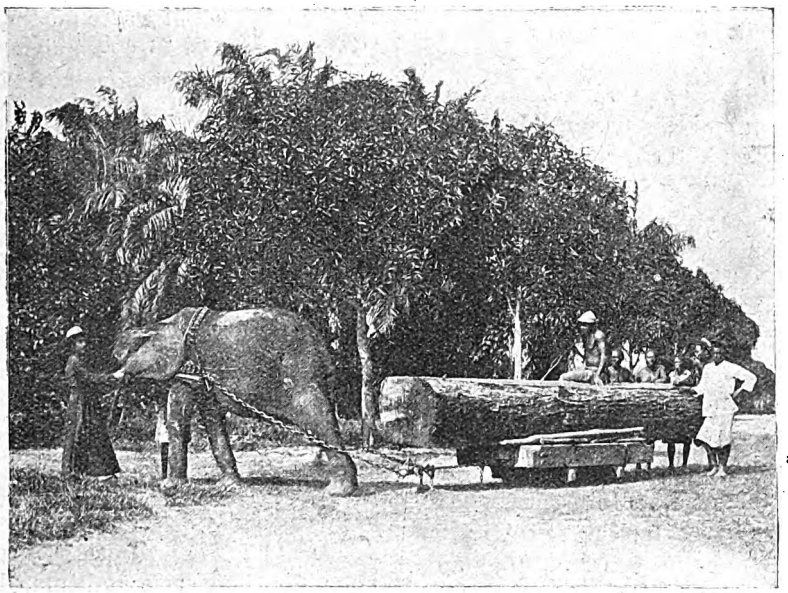


Fig. 12. — Eléphant au travail. Gabon. (*Cliché de la Mission Sainte Anne.*)

La construction de wharfs, l'emploi de chaloupes à vapeur, atténueront sensiblement cet inconvénient. Seuls, des ports en eau calme peuvent cependant permettre des chargements rapides et, partant, une réduction des tarifs de frêt demandés.

Quelles sortes de bois peuvent nous fournir nos colonies? — Que nous fournissent donc exactement

(1) Citons à la Côte d'Ivoire les scieries d'Hubert, Compagnie des Scieries Africaines, Compagnie Forestière de l'Afrique Française, au Gabon, le Consortium des Grands Réseaux Français de Chemins de fer, Maison Gillet, etc...

(2) Pour les bois en billes, flottés jusqu'auprès des navires, l'inconvénient est insignifiant : la croûte superficielle est presque toujours sacrifiée au débitage.

Digitized by Google

et que peuvent nous fournir nos colonies en matière de bois?

Il n'entre pas dans le cadre de ce travail de donner un inventaire détaillé des forêts coloniales et des richesses qu'elles contiennent. Ces richesses se chiffrent par milliards de mètres cubes de bois d'œuvre ; toutes les essences ne sont pas immédiatement exploitables ; toutes ne trouveraient pas, d'autre part, dès maintenant acheteurs à des prix suffisants pour en provoquer l'exploitation. Les chiffres que l'on pourrait citer n'auraient donc qu'une valeur très relative.

Ce qui est certain, c'est que les peuplements de ces forêts sont très hétérogènes, qu'ils sont composés de plusieurs centaines d'essences différentes et que l'on s'est borné, jusqu'à présent, là où l'on a exploité, à en extraire quelques-unes seulement. Avant la guerre, nos colonies n'exportaient guère, en dehors de l'okoumé du Gabon, qui, dès son apparition sur le marché européen, avait conquis la clientèle (1), que quelques essences précieuses comme l'acajou, l'ébène, le palissandre. Actuellement, il n'en est plus ainsi et, si l'on est loin encore d'être arrivé à une exploitation générale des peuplements, on ne peut nier qu'un progrès intéressant a été réalisé. La liste des essences exploitées s'allonge chaque année et l'on peut compter, dans un avenir assez prochain, malgré l'hétérogénéité des peuplements actuellement composés presque toujours d'essences mêlées pied à pied, sur des coupes suffisamment importantes pour rendre l'exploitation moins disséminée, donc moins onéreuse, pour augmenter le revenu tiré des forêts, pour permettre aussi l'aménagement des massifs et leur repeuplement en essences dominantes sélectionnées comme elles l'ont été à la suite des siècles dans nos forêts françaises. Les travaux des missions botaniques d'abord, puis de la mission forestière que j'eus l'honneur de diriger à la fin de la guerre dans nos colonies de l'Atlantique, sur la côte occidentale d'Afrique et en Guyane, la documentation de plus en plus complète qu'a réunie le Service Technique des Bois Coloniaux du Ministère des Colonies sur les différentes essences et sur leur utilisation éventuelle dans l'industrie, la propagande faite dans tous les milieux et sous de multiples formes, ne sont pas étrangères à ce résultat.

Beaucoup d'essences sont trop différentes de celles qu'emploie habituellement l'industrie. Il fallait donc tout d'abord éliminer ces dernières et ne retenir qu'un nombre relativement restreint de celles qui paraissaient le plus facilement utilisables. Ce fut là une des principales tâches de la Mission Forestière à laquelle on vient de faire allusion. Ensuite, il fallait ne lancer que progressivement sur le marché les essences retenues en commençant par celles qui avaient déjà fait leurs preuves aux colonies et en continuant par celles dont les essais techniques. à défaut d'expérience pratique de longue durée, auraient été plus particulièrement satisfaisants et auraient fait ressortir les qualités réelles.

C'est ainsi qu'ont été accueillis l'un après l'autre l'iroko (teck d'Afrique), le bossé, le makoré, l'acajou-tiama, la badi, le niangon, le framiré, l'avodiré, le bahia, la dabéma, le fraké, le fou, le samba (Côte d'Ivoire) ;

Le douka, le bilinga, le moabi, le miama, le niové, l'évine, le movingui, l'ossimiale, le padouk, l'obéro, le bubinga, le zingana, le kévazingo, l'assié, l'ayous (Gabon, Cameroun) ;

Le préfontaine, l'angélique, l'amarante (Guyane).

Nous ne citons ici que les essences les plus connues et les plus couramment importées, mais il en est beaucoup d'autres qui trouvent déjà couramment acheteurs.

Tous ces bois sont, en général, beaux d'aspect, colorés en rouge, brun ou jaune, veinés ou moirés. La plupart sont utilisables en ébénisterie ou en menuiserie d'intérieur ; certaines, comme l'avodiré, le samba, l'ayous, le bahia, l'évino, conviennent mieux pour la menuiserie légère, la confection de portes et fenêtres, la moulure, etc.., ainsi que pour le contre-plaqué ; le fou et l'obéro, bois très durs susceptibles d'un beau poli, conviennent surtout pour l'outillage ; le dabéma, le fraké, sont plus indiqués pour le parquet ; le movingui et l'ossimiale pour le charronnage ; le lim, d'Indochine, pour les parquets ; le banlang et le goi pour les crosses de fusils, les roues de canons, les hélices d'avion.

Certaines essences dures, comme l'azobé, dont l'énumération n'est pas donnée ici, sont demandées pour des usages un peu spéciaux : planchers de wagons ou de camions, pilotis, traverses de chemins de fer, etc...

D'autres ont fait l'objet d'études et d'essais divers en tonnellerie, tournerie, crayons, etc... En tonnellerie, notamment, des débouchés très importants seraient offerts aux merrains coloniaux ; les études à ce dernier point de vue ont déjà montré que le fraké et le framiré en petits tonneaux de 30 à 50 litres sont parfaitement étanches et donnent au bout de trois mois un très bon goût au vin rouge et au vin blanc qui conserve une couleur agréable. Reprises récemment avec le concours du Syndicat des Grands Crus classés du Médoc, ces études de merrains vont être poussées très activement.

La carrosserie automobile recherche aussi les bois coloniaux pour leurs coloris ou leurs grandes

(1) A l'étranger principalement. On verra plus loin que l'okoumé était surtout acheté par l'Allemagne antérieurement à 1914.

Digitized by Google

dimensions de sciage. Le Service des Bois Coloniaux a établi pour leur vulgarisation, dans cette branche importante de l'industrie moderne, des modèles simples de remorques qu'il expose dans les foires et expositions en même temps que des meubles, pianos, canots de plaisance, futailles, panneaux et objets divers fabriqués en bois coloniaux.

Mais c'est, comme il a été dit précédemment, l'ébénisterie et la menuiserie d'intérieur qui emploient, dès maintenant, sinon les plus grandes quantités, du moins le plus grand nombre d'essences coloniales pour la fabrication de meubles et ouvrages en bois massifs ou plaqués. La gamme des tons variés, les effets de moirure de ces bois, répondent parfaitement aux nécessités de la décoration moderne. Acajous divers qui remplacent dans tous leurs emplois les acajous des Antilles ou de l'Amérique Centrale et coûtent beaucoup moins chers, bossé, makoré, zingana, kévazingo sont, en dehors de l'ébène et du palissandre, parmi les plus recherchés. Une seule maison de Bordeaux en utilise de 300 à 400 tonnes par mois. A Paris, on commence à les employer couramment dans l'ameublement, la menuiserie et la décoration intérieure (1), ainsi que pour la construction de bateaux de plaisance, d'hélices d'avions, etc...

Des fabricants de pianos les étudient de près et ont déjà fabriqué, avec ces essences, des modèles nouveaux.

L'okoumé reste le bois type de l'industrie du contre-plaqué, industrie qui prend une extension rapide ; le contre-plaqué tend de plus en plus à remplacer le bois massif pour les panneaux de toute nature : beaucoup plus résistant, plus léger et plus souple qu'une planche d'épaisseur correspondante, il présente le grand avantage d'être presque insensible aux variations hygrométriques ; il ne se rétracte ni se fend comme sont sujets à le faire les bois ordinaires de meilleure qualité.

Diverses autres essences tendres des colonies sont également utilisées dans cette industrie. C'est néanmoins l'okoumé qui est le plus demandé, aussi bien en France qu'à l'étranger, et bien que les importations augmentent rapidement, on sent que les marchés en absorberaient des quantités très supérieures encore à celles qui leur parviennent.

En charpente, l'utilisation en Europe des bois coloniaux reste limitée aux emplois spéciaux : pilotis, constructions navales, etc..., uniquement par suite des prix élevés auxquels reviennent les essences susceptibles de remplacer les bois de pays ou les sapins venant du Nord.

Les bois durs coloniaux pourraient sans doute trouver des débouchés assez considérables pour la fabrication de pavés de bois. Des pavés en essences dures coûteraient évidemment plus cher que des

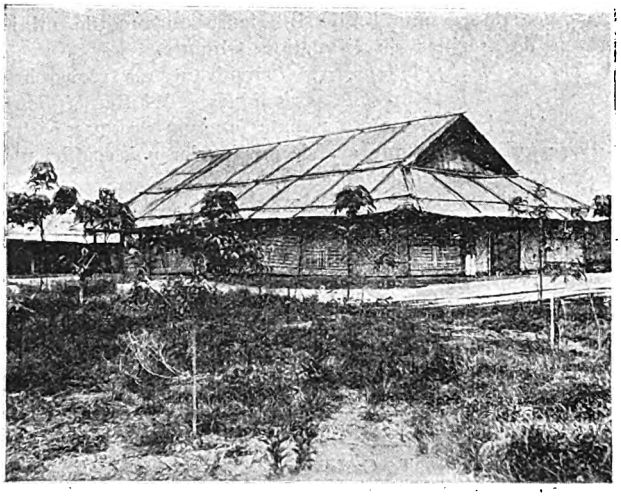


FIG. 13. — Garderie forestière (Indochine).

pavés de pin ou de sapin créosotés ; leur durée serait aussi plus longue. La ville de Paris apprécie beaucoup pour certains usages les pavés de teck de Java ou de Bangkok, malgré le prix prohibitif de ces variétés. Des essais sont tentés à cet égard avec des tecks du Laos et de l'Iroko d'Afrique (1) et la question est reprise par les services compétents de la ville de Paris avec diverses autres essences qui ont été fournies par le Service des Bois Coloniaux.

Les ressources offertes par nos forêts coloniales au point de vue pâte à papier et produits chimiques sont également très considérables. On trouvera d'autre part un exposé des recherches poursuivies dans cet ordre d'idées et des réalisations déjà obtenues.

Pour tous ces usages, il faut toutefois distinguer entre les emplois qui auront lieu en Europe des bois relativement fins et pouvant supporter les frais d'un transport maritime, et les emplois qui devront se faire sur place où les bois les plus communs trouveront une utilisation convenant à leur prix de revient. Il est pour l'instant commercialement impossible d'importer en Europe des bois de rebut ou manquant de qualité.

(A suivre.)

A. BERTIN,
Inspecteur des Eaux et Forêts,
Conseiller Technique du Ministère des Colonies.

(1) On connaît les essais intéressants auxquels a procédé la Chambre Syndicale de la Menuiserie qui a réparti entre dix des principales maisons de Paris environ 150 m³ qui furent cédés par le Service Technique des Bois Coloniaux après détermination précise, et qui furent transformés en meubles, agencements de magasins, lambris, comptoirs, portes cochères, etc... à la satisfaction absolument générale.

(1) A Amsterdam (Hollande) on aurait également fait des essais avec des pavés d'azobé, essence excessivement dure fournie notamment par la Côte d'Ivoire et le Cameroun.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathémathique à l'Académie des Sciences (Novembre 1925). — *Algèbre.* S'appuyant sur une de ses Notes antérieures et sur des inégalités de Cauchy, M. *P. Sergesco* donne une limite inférieure du module minimum des racines de l'équation trinome.

Théorie des fonctions. 1. Poursuivant ses recherches sur les fonctions presque périodiques, M. *Harald Bohr* obtient ce beau théorème : toute fonction presque périodique qui possède une « série de Fourier » à coefficients bornés est une fonction entière.

2. M. *A. Kovanko* considère une suite de fonctions absolument continues admettant une limite sur un intervalle (a, b); il donne une condition nécessaire et suffisante pour que la fonction-limite soit aussi absolument continue.

3. M. *E. F. Collingwood* précise un théorème de M. Lindelöf sur l'allure en $z=0$ d'une fonction $f(z)$, holomorphe dans un domaine D, sauf au point-frontière $z = 0$, qui est une singularité essentielle. Son résultat se rattache aussi aux recherches récentes de MM. R. et F. Nevanlinna et T. Carleman.

Analyse. 1. M. *Romanovsky* présente une exposition nouvelle et élémentaire de la méthode d'interpolation parabolique de Tchebycheff.

2. Dans son mémoire *sur les équations de la physique mathématique*, Poincaré avait admis que tout domaine non-convexe D pouvait être décomposé en un nombre fini de domaines convexes. Or le fait est inexact; dès lors on pouvait se demander si le lemme de Poincaré sur la limite inférieure du rapport

$$\left(\int_D \Delta_1 V d\tau\right) : \left(\int_D V^2 d\tau\right),$$

lemme utilisé dans des recherches importantes, pouvait être considéré comme exact. C'est pourtant ce qui a lieu, comme le montre M. *Gunther* par une décomposition de D en *cubes* assez petits.

3. Récemment M. *Mandelbrojt* a établi comment on peut engendrer les fonctionnelles isogènes par *prolongement analytique* des fonctions monogènes sur une surface S. L'auteur montre dans sa Note actuelle que si l'on considère les fonctions monogènes définies sur un ensemble partout dense F de S, on peut construire effectivement, sous certaines conditions, une classe de courbes fermées qui sont définies sur F et jouissent de propriétés analogues à celles des courbes c, définies sur S dans son ancienne Note.

4. M. *Georges Bouligand* introduit pour une famille de fonctions continues la notion d'égale continuité relative. Il en donne diverses applications importantes à la théorie des fonctions harmoniques (possibilité d'énoncer le théorème d'Harnack, d'affirmer qu'une singularité isolée est polaire...).

5. Pour résoudre l'équation $a(z)\varphi'(\sigma z) - \varphi(z) = 0$. M. *G. Valiron* introduit des séries de la forme $\Sigma c_n (z) e^u$ où c_n est rationnelle et où $u = -\sigma^n z$; ($a(z)$ est d'ailleurs une fonction rationnelle). L'auteur étudie les propriétés des séries précédentes (lignes singulières, extension du théorème de M. Hadamard sur les séries lacunaires...)

6. La théorie des algèbres linéaires et associatives pose le problème de la détermination des algèbres de division. M. *L.-E. Dickson* généralise les résultats qu'il a obtenus autrefois sur les algèbres D : tandis que le groupe de Galois pour D est cyclique, celui des algèbres nouvelles est soit un groupe abélien arbitraire, soit un groupe résoluble.

Géométrie infinitésimale. A la suite de recherches connexes, M. *Ernest Laura* est amené à étudier les surfaces dont les lignes de pente sont aussi asymptotiques : elles se déterminent par quadratures et opérations algébriques.

Mécanique. Récemment, M. *L. Lecornu* avait montré comment la trajectoire d'un point matériel sollicité par deux forces, dont l'une normale à la vitesse et l'autre de direction constante pouvait être assimilée à un rayon lumineux. Il généralise le résultat en supposant que la seconde force puisse avoir une direction variable, et il étudie la représentation physique du problème : on peut imaginer que la trajectoire est parcourue par une file d'anneaux d'électrons; les actions mutuelles de ces corpuscules donnent à la trajectoire la forme que la théorie des ondulations assigne aux rayons lumineux.

Hydraulique. M. *de Sparre* calcule le coup de bélier maximum dans une conduite alimentant une turbine à forte réaction pour une vitesse de fermeture constante. Ce coup de bélier peut dépasser de 80 pour 100 celui que l'on calculerait par la formule de Michaud.

Résistance des matériaux. M. *J. Sudria* obtient, sous forme vectorielle, une formule qui exprime la projection sur une direction du déplacement d'un point d'un système déformable à fibre moyenne.

Physique mathématique. M. *G. van Lerberghe* calcule au moyen des fugacités l'affinité spécifique d'un système (au sens de M. de Donder); il donne aussi la valeur explicite des fugacités.

René GARNIER.

Photométrie

L'unité et l'étalon d'intensité lumineuse. — Les mesures photométriques nécessitent la définition d'une *unité* d'intensité lumineuse et l'emploi d'un *étalon* qui représente cette unité. On peut dire que, depuis trois quarts de siècle, la question n'a pas cessé d'évoluer; jusqu'à ces derniers temps elle était dans un état assez peu satisfaisant. On peut espérer, à la suite de travaux récents, qu'elle va entrer dans une phase nouvelle; le moment paraît favorable pour indiquer rapidement où l'on en est.

Un peu d'historique est nécessaire pour comprendre la situation actuelle.

Bien que les débuts de la photométrie comme science remontent au milieu du XVIIIe siècle, avec les travaux de Bouguer puis de Lambert, c'est à une époque beaucoup plus récente que le besoin se fit sentir de choisir une unité définie pour l'intensité lumineuse, et ce besoin fut une conséquence de nécessités industrielles et même commerciales. Ce sont les progrès de l'industrie du gaz qui, pour la rédaction des cahiers des charges des concessionnaires de l'éclairage, imposèrent la définition d'une unité et la réalisation d'un étalon. En France, la lampe Carcel, déjà employée par Augustin Fresnel au service des phares, fut introduite dans l'industrie du gaz dès 1845 par Arago, Léonce Fresnel et Mary; ses conditions de fonctionnement furent précisées

Digitized by Google

en 1862 à la suite d'une série de recherches faites, à la demande de la Ville de Paris, sous la direction de Dumas et Regnault. Dans les autres pays, on fut conduit aussi à l'emploi d'étalons à flamme; en Angleterre, on se servit d'abord de la bougie de blanc de baleine, puis de l'étalon Vernon Harcourt à flamme de pentane; en Allemagne, on adopta d'abord une bougie de paraffine, et plus tard la lampe Hefner qui se réclamait de l'avantage, plus apparent que réel, de brûler un composé défini, l'acétate d'amyle.

Ces différents étalons n'avaient été comparés entre eux que d'une manière assez grossière. Dans chaque pays, on prit l'habitude d'employer comme unité l'intensité de l'étalon en usage dans ce pays ou, ce qui était plus grave, une unité que l'on désigna partout sous des noms synonymes (bougie, candle, Kerze), sans leur donner la même définition; chaque pays définissait cette unité en fonction de l'étalon à flamme qui y était employé, et il se trouva que ces définitions n'étaient nullement concordantes. C'est ainsi que la « Kerze » allemande était d'environ 10 % plus faible que la « bougie » française.

Ces étalons à flamme étaient, d'ailleurs, loin d'être satisfaisants; ils étaient influencés par les variations des conditions atmosphériques et aussi, pour certains d'entre eux, par des circonstances presque impossibles à définir, comme la consistance de la mèche et la forme de la cheminée de verre.

Un progrès important résulta des travaux du Bureau of Standards de Washington où, reprenant une idée ancienne, on étudia l'emploi comme étalon de lampes à incandescence fonctionnant sous un régime électrique défini. Une lampe à incandescence donne, dans une direction déterminée, une intensité lumineuse parfaitement définie si on la soumet à un régime électrique défini (tension aux bornes ou courant). Malheureusement, la lampe se modifie avec le temps lorsqu'elle est en fonctionnement, par suite de l'amincissement du filament et du noircissement de l'ampoule; elle constitue un étalon qui n'est vraiment constant qu'à la condition de ne pas s'en servir. On évite cette difficulté en utilisant comme étalon non pas une lampe mais un groupe de lampes. La lampe dont on se sert chaque jour sur le banc photométrique peut se modifier assez rapidement; on la compare de temps en temps à une lampe, ou mieux à deux ou trois lampes qui ne seront en fonctionnement que quelques heures par mois, et resteront constantes pendant des années. Celles-ci, à leur tour, pourront être comparées à intervalles très éloignés avec des lampes dont la constance sera pratiquement illimitée. Les lampes à filament de carbone, plus stables que celles à filament métallique, sont généralement employées pour ces usages; on a soin de les faire fonctionner sous un régime peu *poussé*, et de les laisser brûler pendant quelques dizaines d'heures avant de les étalonner, pour éviter la période instable du début de leur vie.

Les divers laboratoires nationaux ne tardèrent pas à adopter les lampes ainsi traitées comme étalons photométriques fondamentaux; chaque pays se constitua ainsi un groupe de lampes dont chacune donnait un nombre déterminé de *bougies;* les étalons à flammes cessèrent d'être utilisés dans les mesures de précision. Des lampes électriques étalonnées furent livrées aux personnes qui désiraient les avoir, comme on livre des copies du Mètre ou du Kilogramme. Enfin, des lampes furent échangées entre les laboratoires pour comparer les définitions de la *bougie* adoptées dans les divers pays. Il fut constaté qu'entre les valeurs adoptées en Angleterre, aux États-Unis et en France il n'y avait que de très légères différences. En 1909, les trois grands laboratoires nationaux (National Laboratory anglais, Bureau of Standards américain, Laboratoire central d'électricité de Paris) s'entendirent pour modifier légèrement leurs définitions de la bougie afin de les rendre concordantes; l'unité ainsi unifiée prit le nom de *bougie internationale*. Elle n'a pas d'autre définition que les valeurs attribuées aux lampes conservées dans les trois laboratoires. L'unité allemande (Kerze) n'est que les 9/10 environ de l'unité internationale; l'Allemagne refusa de modifier son unité pour entrer dans l'accord international, et cela pour une raison commerciale évidente : une lampe marquée 25 bougies en France ou en Angleterre en vaut 28 en Allemagne.

L'unité « internationale » a donc maintenant une définition précise; l'étalon à flamme n'est presque plus qu'un souvenir historique. Il est cependant évident que la solution adoptée n'est pas pleinement satisfaisante. L'emploi de la lampe électrique comme étalon est certainement très commode; mais est-il tout à fait satisfaisant de dépendre, pour la définition d'une unité, de la conservation d'un petit nombre d'objets aussi fragiles que les lampes à incandescence? Même en ne s'en servant presque jamais, peut-on affirmer qu'au bout de quelques dizaines d'années le filament, de constitution si complexe n'aura pas subi quelque modification, ou n'aura pas laissé échapper quelque trace de gaz qui modifiera le rendement lumineux de la lampe? La lampe à incandescence est excellente comme étalon secondaire, mais il serait désirable d'avoir un étalon primaire moins périssable.

C'est aux travaux de Violle qu'il faut faire remonter l'idée de relier l'unité d'intensité lumineuse à un phénomène naturel susceptible d'être reproduit à volonté. Dès 1881, Violle insistait sur l'imperfection des étalons photométriques adoptés et sur l'intérêt qu'il y aurait à définir une unité d'intensité lumineuse basée sur un phénomène naturel et non sur un dispositif arbitraire et compliqué. Il proposait de rattacher l'unité d'intensité lumineuse à celle d'une surface de 1 cm² de platine en fusion, à sa température de solidification, dans la direction normale à la surface du métal. Les mesures indiquèrent que l'intensité lumineuse de cette surface était voisine de 20 bougies, en donnant à cette unité, alors mal définie, la signification qui semblait la plus usuelle. Les techniciens français proposèrent de définir une « bougie décimale » comme étant la vingtième partie de l'étalon Violle; l'idée était si séduisante qu'elle fut adoptée en 1884 par la Conférence internationale des unités électriques, puis par le Congrès international d'électricité réuni à Paris en 1889.

Cette définition resta lettre morte. Tout d'abord, personne ne reprit les expériences de Violle, et chaque laboratoire continua à se servir de ses étalons à flamme, sans s'occuper du rayonnement du platine fondu. Plus tard, lorsque d'autres physiciens essayèrent de comparer leurs étalons avec la « bougie décimale » définie en 1884, on s'aperçut qu'il était impossible d'obtenir une précision raisonnable. L'intensité de l'étalon Violle subissait des variations de plus de 10 % sous des influences impossibles à contrôler. La théorie du rayonnement, à l'époque où Violle avait fait ses expériences, était peu avancée; on n'avait pas bien vu que le rayonnement dépend non seulement de la température (qui d'ailleurs doit être définie avec une grande précision) mais encore des corps qui environnent la surface rayonnante et de l'état de la surface, qu'il était impossible de définir et de maintenir identique à lui-même. C'est en vain que le décret de 1919 définissant les unités légales en France a maintenu la définition de la « bougie décimale »; la Commission internationale de l'éclairage, dans sa réu-

Digitized by Google

nion de Paris en 1921, a dû l'abandonner et enregistrer purement et simplement la définition de la « bougie internationale » par les lampes à incandescence conservées dans les laboratoires nationaux.

Cependant, il s'en faut de beaucoup que le travail de Violle ait été inutile; il a attiré l'attention des physiciens sur l'utilité et la possibilité de définir un étalon primaire d'intensité lumineuse. Les progrès de la théorie du rayonnement ont ouvert, pour cela, des possibilités nouvelles. On sait l'importance acquise par le rayonnement du *corps noir*, rayonnement qui sort, par une petite ouverture, d'une enceinte à température interne uniforme. Ce rayonnement est indépendant des propriétés de tout corps particulier; la loi qui le régit en fonction de la température et de la longueur d'onde peut être considérée comme parfaitement connue. Son importance commence à être reconnue dans les questions d'ordre pratique relatives à la production et à la mesure de la lumière. C'est, sans aucun doute, en utilisant le rayonnement du corps noir que l'on résoudra le problème de l'étalon primaire d'intensité lumineuse.

Dès 1908, Waidner et Burgess émirent l'idée que l'on pourrait modifier avantageusement l'idée de Violle en utilisant le rayonnement du corps noir à la température de fusion du platine, ce métal n'intervenant plus par les propriétés de sa surface, mais seulement pour fixer une température. Plus généralement, on peut utiliser le rayonnement du corps noir à une température qu'il n'est pas nécessaire de connaître numériquement, mais que l'on doit pouvoir retrouver identique à elle-même. C'est cette idée qui vient d'être mise en œuvre, de deux manières bien différentes.

Au laboratoire de la Western electric Company à New-York, H.-E. Ives a réalisé le « corps noir » à la température de fusion du platine (1). Il utilise pour cela un cylindre creux de 12,5 mm. de diamètre et 50 mm. de hauteur, fait d'une feuille de platine pur de 0,2 mm. d'épaisseur. Ce cylindre peut être chauffé, jusqu'à la température de fusion, par un courant alternatif qui le traverse; il est percé d'une fente étroite suivant une de ses génératrices. On examine au photomètre le rayonnement provenant de l'intérieur du cylindre à travers une surface connue de la fente. A mesure que ce petit four de platine s'échauffe, l'intensité lumineuse croît rapidement (à peu près comme la douzième puissance de la température absolue quand on approche du point de fusion); c'est à l'instant où le cylindre s'effondre par fusion qu'il faut saisir l'intensité lumineuse, qui servira à définir l'unité fondamentale. Ives trouve qu'à cet instant l'intensité est de 55,41 bougies internationales par centimètre-carré; dans les mêmes conditions, Violle trouve 20 bougies pour le rayonnement du centimètre-carré de platine nu, et l'écart entre ces deux nombres indique assez combien il est important de définir ce qui entoure le corps rayonnant. Ives propose de prendre le nombre 55,41 bougies par cm² comme définition de la bougie.

La nécessité de prendre l'intensité lumineuse pendant les derniers dixièmes de seconde qui précèdent la fusion rend évidemment délicat l'emploi de la méthode de Ives. Le problème de l'étalon primaire a été attaqué d'une manière plus directe par M. Fleury qui, dans un travail fait au laboratoire de Physique de l'Ecole Normale supérieure (2), s'est proposé de réaliser un corps noir donnant d'une manière stable une température susceptible d'être reproduite, et par suite une intensité lumineuse par unité de surface susceptible d'être prise comme unité Pour repérer la température (qui doit être reproduite à quelques dixièmes de degré près), Fleury renonce à l'emploi du point de fusion du platine, qui ne lui paraît pas suffisamment constant; il prend comme point fixe la température de fusion de l'or, qui paraît facile à reproduire avec une haute précision. Malheureusement, à cette température relativement peu élevée (1336° absolus), la lumière émise par le corps noir est trop faible et trop rouge pour pouvoir servir d'étalon; il faut rattacher à cette température une autre température beaucoup plus élevée. On y arrive en comparant les rayonnements aux deux températures en lumière monochromatique de longueur d'onde déterminée (0μ,6273). L'installation comprend donc deux fours, l'un à la température de fusion de l'or, l'autre à une température voisine de 2075° absolus; ce dernier servira d'étalon photométrique. Un spectrophotomètre sert à comparer les rayonnements monochromatiques des deux fours; la température choisie pour définir l'étalon photométrique est celle où le rayonnement monochromatique est 460 fois celui du four à température de fusion de l'or. L'intensité lumineuse est alors de 68,5 bougies par centimètre-carré, et ce nombre peut servir de définition à la bougie. Le régime est stable, les mesures peuvent être répétées autant de fois qu'on le désire, et la teinte de la lumière est sensiblement celle des lampes qui servent à définir la bougie internationale.

Une seule série d'expériences, si bien faite qu'elle soit, ne peut suffire pour dicter une décision aussi importante que le choix d'un étalon primaire; il est cependant certain que l'on est dans la bonne voie, et que le rayonnement du corps noir conduira assez prochainement à la réalisation d'un étalon primaire pleinement satisfaisant.

Les questions de photométrie visuelle ne sont d'ailleurs pas les seules qui posent le problème de l'unité d'intensité lumineuse; la même unité est nécessaire aux techniciens de la photographie pour évaluer et exprimer en nombre la sensibilité de leurs plaques. Mais dans ce cas, la question se présente d'une manière plus complexe que pour la photométrie visuelle. On peut, sans trop d'incertitude, parler d'un œil à sensibilité spectrale *normale*, car il y a une importante majorité d'hommes ayant à très peu près la même perception des diverses radiations, et c'est à cet œil normal que se rapportent les mesures photométriques. Il n'en est nullement de même pour la plaque photographique; l'émulsion ordinaire au gélatino-bromure et les diverses plaques dites « ortho » et « pan-chromatiques » ont, dans le spectre, des courbes de sensibilité extraordinairement différentes, et l'on ne peut pas dire que l'une de ces plaques soit plus « normale » que les autres.

D'autre part, ces courbes de sensibilité sont, pour la plupart, très différentes de celle de l'œil; le nombre de bougies, mesuré visuellement, ne donne pas une indication suffisante sur l'action que recevra la plaque sensible; selon la composition spectrale du rayonnement, deux sources de même intensité visuelle peuvent se comporter très différemment en ce qui concerne l'action photographique, surtout sur certaines plaques. Que l'on prenne, par exemple, deux sources d'égale intensité visuelle, l'une donnant un rayonnement ayant la composition de celui de la lampe Hefner, l'autre ayant la composition de la lumière moyenne du jour. Pour la plaque photographique au gélatino-bro-

(1) Herbert E. Ives. A Primary Standard of light. *Journal of the Franklin Institute*, février et mars 1924.

(2) Thèse de doctorat, Paris 1925 et Annales de Physique.

Digitized by Google

mure d'argent non orthochromatique, la seconde de ces sources sera environ 10 fois plus intense que la première.

Jusqu'ici, le plus complet désordre n'a cessé de régner dans les questions de sensitométrie photographique, chacun utilisant la source étalon qu'il lui plaisait de choisir, sans même donner d'indications précises sur son choix. La question a été longuement discutée au Congrès international de photographie réuni à Paris au mois de juillet dernier. On a été d'accord pour décider que l'unité d'intensité employée pour les usages photographiques devait être visuellement identique à la bougie internationale, mais avec une composition spectrale définie. C'est le choix de cette composition spectrale qui a donné lieu aux discussions les plus délicates. Il a été finalement décidé que cette composition serait identique (au moins dans le spectre visible et le commencement de l'ultra-violet) à la composition spectrale donnée par le corps noir à 2360° absolus. Cela correspond sensiblement à la composition spectrale (et par suite à la couleur) que donne la flamme de l'acétylène, source qui a été souvent employée comme étalon en photographie. La lumière ainsi définie est beaucoup moins *rouge* que celle des anciens étalons à flammes et des lampes à incandescence à filament de carbone, dont l'usage doit disparaître en photographie.

Quelques techniciens auraient désiré que l'on choisît un étalon dont la composition spectrale se rapprochât davantage de celle de la lumière moyenne du jour. Cependant, dans l'état actuel de la technique, la décision prise par le Congrès de Paris est probablement la meilleure de celles qu'il eût été possible de prendre. Elle a le grand mérite d'être facilement applicable. Un grand pas aura été fait pour sortir du chaos actuel si les techniciens de la photographie s'y conforment dans leurs études sur la sensibilité des plaques photographiques.

Ch. Fabry,
Professeur à la Sorbonne,
Directeur de l'Institut d'Optique.

Physique

Les propriétés magnétiques des gaz. — On a récemment effectué au laboratoire du Professeur Wien à Münich deux ordres d'expériences sur les propriétés magnétiques des gaz, expériences qui semblent les unes et les autres retenir l'attention par leur portée théorique.

O. Stern et W. Gerlach, afin de procéder à une détermination directe du moment magnétique, font bouillir un métal dont ils assujettissent la vapeur à pénétrer, par deux fentes en série, dans une enceinte vide, où ils font agir un champ magnétique puissant. Ils ont d'abord opéré sur l'argent dont les atomes, déviés en vertu de leur diamagnétisme, sont assujettis à tomber finalement sur une plaque de verre refroidie dans l'air liquide : ils y forment une sorte de tache. Or cette tache n'est pas celle que fait attendre la théorie classique. En particulier à son centre, où il devrait y avoir concentration, on ne trouve pas de dépôt d'argent. Ceci vient contredire les calculs de para et de diamagnétisme, qui reposent essentiellement sur l'hypothèse d'une orientation atomique arbitraire.

Les expériences de A. Glaser tendent également à infirmer les vues habituellement acceptées. Glaser évalue la susceptibilité magnétique des gaz par la torsion que prend dans ces milieux, sous l'influence d'un champ, une baguette de verre légèrement paramagnétique résultant de la fusion de plusieurs sortes de verres. Dans un gaz paramagnétique, la torsion est plus petite que dans le vide, dans un gaz diamagnétique elle est plus grande. Au cours des observations on abaissait graduellement la pression depuis 900 mm. Les courbes représentatives obtenues présentent deux points anguleux. A une première portion rectiligne se dirigeant vers l'origine succède une portion courbe puis une nouvelle portion rectiligne de pente différente de la première, mais dirigée aussi vers l'origine. Les deux points de transition varient avec les divers gaz. Pour l'hydrogène, le premier changement a lieu à une pression de 600 mm., pour l'azote à 400 mm. et pour l'acide carbonique à 300 mm. Pour tous ces trois gaz, le second changement a lieu à pression très basse. En chaque cas, la décroissance de la densité amène la susceptibilité magnétique à tripler. Ces résultats, d'une interprétation difficile sur les bases théoriques actuelles, pourraient donner lieu à des développements théoriques nouveaux. Glaser a d'ailleurs engagé d'autres expériences à basse température avec l'oxygène, fortement paramagnétique et les gaz rares mono-atomiques.

S. V.

Géodésie

La Cartographie de l'Algérie. — D'après une notice publiée par la Sté de Géographie d'Alger et le gouvernement général de l'Algérie, et due à M. le Capitaine Lemaitre, Chef du Service Cartographique de l'Etat-Major du 19e Corps, il est facile de se rendre compte que le programme cartographique de l'Algérie offre certains caractères que l'on s'explique lorsqu'on songe que depuis bientôt un siècle les géodésiens et les topographes y travaillent.

Dans les débuts de la conquête, les officiers d'Etat-Major des corps expéditionnaires ont fait des croquis des régions parcourues qui constituent des archives d'un grand intérêt historique.

En 1860, on mesura la base de Blidah. Des chaînes méridiennes et parallèles tracent les axes d'une triangulation régulière de l'Algérie. (Chaîne de 12° de Nemours à Carthage. (Chaîne méridienne d'Oran à Ouargla prolongeant la nouvelle méridienne de France à travers l'Espagne, réunie au réseau anglais, et contribuant à constituer un arc de 27° des îles Shetland à Ouargla d'un grand intérêt géodésique.)

Les triangles de premier ordre ont dépassé Aïn-Sefra, Ouargla.

Des levers au 100.000e servirent de base à la carte actuelle au 200.000e en 70 feuilles.

En 1880, on entreprit la carte au 50.000e, « véritable œuvre d'art, tant par sa valeur topographique que par la clarté de sa lecture, elle n'a point d'égale dans aucun pays ».

Des plans directeurs au 10.000e (Alger, Oran, Philippeville) levés avec une précision voulue suffisante pour servir non seulement à la tactique, mais encore aux travaux publics et à l'industrie.

Une carte au 800.000e, une carte au 2.000.000e sont tirées par réduction des cartes levées.

Une carte au 500.000e pour le Sahara.

Pour les régions sahariennes nouvellement occupées, des cartes au 800.000e au 1.000.000e au 1.500.000e sont constituées à l'aide des levers d'itinéaires. Ainsi les taches blanches, les « irritantes taches blanches » du Sahara sont peu à peu comblées grâce à des levers faits quelquefois simplement à l'aide d'une boussole et d'un baromètre de poche par des officiers qui sont maintenant tellement capables de déchiffrer le terrain que ces cartes constituent des documents déjà très précieux, sinon très précis.

Enfin les cartes internationales au 2.000.000e et au

Digitized by Google

1.000.000e ont été tirées des levers de la carte nationale. Un travail considérable de révision et de mise à jour se poursuit. Mais il faut aussi noter que le service géographique de l'Algérie a prêté son concours aux régions libérées, après avoir été délivré des travaux de géodésie et de topographie aux armées. En outre ce service a entrepris le levé de la carte régulière du Maroc et de la Syrie.

Dans les travaux du service géographique de l'Algérie, il est fait appel aux méthodes nouvelles de photographie en avion, et les géodésiens utilisent des postes radiotélégraphiques légers qui permettent un canevas constitué par des déterminations de positions astronomiques. Ceci pour la carte au 500.000e du Sahara.

Outre les documents du Service de l'État-Major, on peut rappeler que l'Algérie possède une carte géologique détaillée au 50.000e très avancée, des cartes spéciales diverses (voies de communication, chemins de fer, tribus, cartes agricoles et climatologiques, etc.) œuvres du service cartographique du gouvernement général, qui mettent en valeur l'œuvre du Service géographique militaire.

L. R.

Photochimie

Réactions photochimiques dans les liquides et les gaz. — Il est certain qu'aujourd'hui l'étude des radiations présente un intérêt scientifique considérable. Les découvertes récentes faites dans ce domaine ne nous ont pas uniquement révélé des phénomènes dont nous ne nous doutions pas; elles nous ont montré que l'énergie de la lumière a une puissance bien supérieure à toutes les autres formes d'énergie dont nous disposons et qu'elle prend une part importante dans les réactions chimiques. Mais le mécanisme photochimique a encore des points bien mal expliqués. Les recherches qualitatives n'ont contribué que d'une façon bien faible à la solution de ce problème; en 1912, Einstein énonça sa loi de l' « équivalence photochimique » d'après laquelle il y aurait une certaine quantité de lumière absorbée par molécule de la substance en réaction et éprouvant une modification photochimique. Certains savants admirent cette loi, d'autres la rejetèrent. D'après elle, un volume déterminé aurait dans certains cas, intéressé plus de molécules qu'il ne pouvait réellement le faire, par exemple, dans les combinaisons soigneusement étudiées du chlore et de l'hydrogène donnant de l'acide chlorhydrique. Ces gaz ne se combinent pas dans l'obscurité, mais leur mélange fait explosion à la lumière. On n'a pas encore déterminé si pour opérer cette réaction il était nécessaire d'avoir des traces d'autres corps ou de vapeur. Il était évident qu'il fallait distinguer la réaction primaire de la lumière des réactions chimiques secondaires mais il était presqu'impossible de séparer dans les réactions les deux effets. Il a donc été convenu qu'il fallait faire une distinction entre les réactions spontanées non réversibles dans lesquelles la lumière fait démarrer et les réactions endothermiques réversibles.

A une réunion spéciale à Oxford, des chimistes venus de toutes les parties du monde pour discuter ces effets photochimiques, Einstein donna deux solutions de ce problème. Il admit d'abord que la décomposition d'un corps xz par une quantité de lumière $E = h\nu$ représentant l'absorption moyenne d'énergie par molécule dissociée se produisait d'après la formule $xy + E = x + y$.

Plus tard, il partit d'un élément Bohr généralisé qui en absorbant ou en émettant de la lumière, passerait dans un état Bohr supérieur ou inférieur tel que la différence d'énergie $Em\text{-}En = h\nu$, la particule absorbante pouvant être une molécule, un atome ou un électron. Ce serait l'effet primaire. En entrant en collision avec d'autres particules il se formerait par une réaction secondaire des composés souvent installés dans le premier cas. L'énergie transmise par l'absorption de la chaleur correspondant à des températures de plusieurs milliers de degrés, l'effet primaire serait pratiquement indépendant de la température. Cependant, l'énergie peut se transformer uniquement en mouvement thermique. Les chocs conduiraient à une perte d'électrons ou à la dissociation complète et à la rupture des affinités; ces effets seraient affectés par la température. Il est probable que les photochimistes admettent maintenant tous l'importance des chocs, certains comme Franck estiment que l'effet primaire n'est qu'une « activation » dans la molécule ou l'atome. On admet généralement que toutes les molécules exposées à la lumière ne sont pas activées. la transparence de la substance (qui limite la pénétration et l'absorption) et la concentration (qui limite l'espace libre et l'intervalle entre les chocs) seraient aussi des facteurs importants. Mais on n'est pas encore d'accord sur la question de savoir si l'on peut déterminer expérimentalement l'énergie « début » d'une réaction, le rôle des intermédiaires qui transmettent l'énergie et la signification réelle des bandes d'absorption dans ces essais; le professeur J. Ria de Liverpool ne peut admettre l'hypothèse photochimique même en se basant sur le principe de correspondance.

Une nouvelle démonstration a été exposée à la réunion. Le docteur H. Kautsky (Berlin) a fait voir quelques exemples frappants de luminescence chimique. Dans un de ces exemples, il agitait du silicium (du $Sc^6O^3H^6$ solide jaune) dans de l'acide chlorhydrique en ajoutant quelques cristaux de permanganate de potasse, le mélange présenta pendant environ une demi-minute un éclat brillant. Kautsky regarde cette luminescence chimique comme étant l'inverse d'une réaction photochimique (*Engineering*, 23-10-25).

E. P.

Biochimie

Sur les colorations vitales et l'immunité du granule micellaire. — Les méthodes habituelles de coloration des tissus, après traitement par les réactifs fixateurs, permettent bien d'étudier la topographie des groupes cellulaires formant les différents appareils organiques, mais la fixation dénature profondément l'architecture colloïdale des éléments cytologiques, de sorte que cette technique ne nous donne aucune idée de la structure sarcodique qui caractérise la matière vivante.

Tous les biologistes s'accordent à reconnaître l'intérêt considérable qu'il y aurait à pouvoir colorer les cellules sans les altérer. Cependant jusqu'ici les nombreux essais tentés pour atteindre ce résultat ont été infructueux.

M. A. Lumière, dans un travail récent, pense pouvoir attribuer cette impuissance à une sorte d'immunité que possèdent les granules micellaires constituant les colloïdes.

Ces granules sont formés de substances protéïques renfermant, par conséquent, des fonctions COOH et NH qui, grâce à leurs affinités chimiques, devraient pouvoir se combiner aux colorants avec la plus grande facilité; ces combinaisons ont lieu effectivement, et presque instantanément, lorsque les protéïnes sont floculées et que leur état colloïdal est détruit, mais, tant qu'elles conservent leur forme micellaire, elles sont réfractaires à la coloration.

Ainsi si on traite une culture de levure de bière par un colorant basique, tel que le bleu de méthylène en solution à 0,5 %, on constate que les cellules mortes se colorent seules en bleu foncé et cette propriété a été mise

Digitized by Google

à profit par les brasseurs pour déterminer la richesse d'une semence en germes susceptibles de prolifération. En tuant la culture de levure par un procédé quelconque, par la chaleur ou par un poison chimique, on détruit l'état colloïdal et les cadavres cellulaires se colorent aussitôt.

Les choses se passent de la même manière chez les êtres pluricellulaires. Quand on injecte du bleu de méthylène à un animal, la solution colorante se répand dans tout l'organisme, imprègne tous les tissus, mais s'élimine par le rein et les autres émonctoires sans se fixer sur aucune cellule vivante.

De nombreuses constatations permettent d'établir que les protéines dans l'état où elles se trouvent pendant la vie jouissent d'une remarquable résistance aux matières colorantes et s'y combinent, au contraire, dès que leur état micellaire est détruit. De même de nombreuses expériences effectuées par M. A. Lumière sur des chiens normaux ne lui ont permis de trouver aucune substance capable d'apporter le moindre changement dans le métabolisme. Les variations dans les proportions d'urée, de phosphates et de chlorures excrétées se sont montrées toujours exactement de même ordre que celles relevées chez les sujets témoins qui ne recevaient aucune substance médicamenteuse, à la condition expresse cependant que ces substances n'aient pas provoqué de lésions organiques. M. A. Lumière a conclu de ces nombreux essais qu'il n'existe pas de modificateurs directs de l'assimilation et de la désassimilation.

Qu'il s'agisse de matières colorantes, de médicaments ou d'aliments, les colloïdes humoraux et cellulaires possèdent donc une résistance remarquable aux réactifs chimiques.

M. A. Lumière interprète ces résultats négatifs par la structure micellaire des colloïdes considérés, chaque micelle comprenant un granule électrisé et des ions périgranulaires répartis à sa surface dont la charge totale neutralise la charge du granule. « Les charges électriques qui empêchent les granules de s'accoler doivent sans doute isoler aussi, par le même mécanisme physique, ces granules des corps étrangers qu'on vient à introduire dans le liquide intermicellaire. Le granule ne peut pas plus entrer en contact avec le réactif qu'avec un autre granule voisin et c'est pour cela qu'il ne s'y combine pas. »

Aussitôt que la floculation a lieu, les noyaux granulaires, n'étant plus isolés et protégés par les phénomènes électriques, prennent contact avec les substances contenues dans le milieu et les réactions chimiques peuvent ainsi s'effectuer.

« Indépendamment de ces conséquences particulières à l'histologie, conclut M. Lumière, la notion de l'immunité du granule micellaire éclaire vivement plusieurs questions qui sont relatives notamment aux défenses de l'organisme, à la constance de la composition chimique des humeurs et des tissus vivants ainsi qu'au métabolisme animal. Elle semble devoir jouer un rôle important dans l'explication de nombreux phénomènes physiologiques. »

A. Bc.

Hygiène

La stérilisation des pièces de monnaie et des billets (1). — L'Académie de Médecine, a eu à examiner une proposition de M. Franck Basset, avocat au Havre, qui, après avoir posé en principe que « la monnaie et les billets de banque constituent un des agents sournois de contamination les moins discutables », demande aux Pouvoirs publics de rechercher un moyen pratique de les stériliser.

M. Basset ne se dissimule pas l'impossibilité de faire une stérilisation à chaque changement de mains, mais « si, dit-il, dans les perceptions, les recettes des finances, les bureaux de poste, dans les recettes municipales, les bureaux d'octroi, les caisses d'épargne, chez les officiers ministériels (notaires, huissiers, greffiers, etc...), dans les banques, les grands magasins, dans tous les établissements de l'État, les départements et les communes et chez tous les patentés au-dessus d'une classe à déterminer, tout argent et billet était immédiatement plongé dans une sorte d'autoclave pour y subir une désinfection aussi rapide que possible, il est hors de doute qu'un pas décisif serait accompli dans la voie de la désinfection de la monnaie ».

Il ne propose aucun appareil et s'en rapporte pour cette recherche à « l'ingéniosité des savants », mais il suggère l'idée de créer « un service, analogue à celui de la vérification des poids et mesures, qui serait chargé de contrôler l'existence, le fonctionnement et l'utilisation des appareils stérilisateurs de la monnaie ».

La préoccupation de M. Franck Basset de voir dans la monnaie et les billets un agent de contamination, pour intéressante qu'elle soit, n'est pas nouvelle et a déjà fait l'objet de recherches importantes de la part des hygiénistes. En 1895, M. Vincent publiait dans la *Revue d'Hygiène* un travail original sur « les microbes existant à la surface des pièces de monnaie ».

Ses expériences le conduisaient à dire : « La surface des pièces de monnaie recèle *parfois* des bactéries pathogènes, parmi lesquelles les microbes de la suppuration, staphylocoques pyogènes, streptocoques sont prédominants. On peut y rencontrer encore d'autres microbes tels que celui du tétanos, le vibrion septique, le bacille de la tuberculose, etc... Mais dans les essais que nous avons faits, ces microbes n'ont été trouvés que très exceptionnellement.

« A mesure que nos expériences se sont prolongées, elles ont montré que, s'il existe réellement des germes infectieux sur les pièces de monnaie, ces microbes sont cependant en nombre moins grand qu'on pouvait le supposer. Il a été dit, en effet, que lorsqu'on procède aux inoculations obtenues en ensemençant le frottis de plusieurs pièces de monnaie, les inoculations ne sont positives qu'une fois sur dix, en moyenne. »

Et, poursuivant ses expériences, M. Vincent trouvait l'explication de cette rareté du succès des inoculations dans une action stérilisante des métaux des diverses monnaies. « Les microbes qui sont ainsi déposés sur les pièces de monnaie n'y ont qu'une vie éphémère; ces pièces jouent un rôle antiseptique très manifeste. Les micro-organismes sont détruits au fur et à mesure qu'ils sont mis en contact avec ces métaux et avec une rapidité d'autant plus grande que la température est plus élevée. Le pouvoir antiseptique de l'or est faible; celui du bronze et surtout de l'argent est beaucoup plus marqué. »

Ces recherches de M. Vincent sont fort intéressantes, car elles démontrent que, sans méconnaître la souillure des pièces de monnaie comme de tous les objets qui circulent de main en main, il faut se garder d'en exagérer les dangers.

Rappelons-nous, d'ailleurs, que Raulin avait déjà montré que l'*Aspergillus niger* ne peut être cultivé dans une capsule d'argent.

(1) Rapport présenté le 25 juillet 1925, à l'Académie de Médecine au nom de MM. Hanriot, Léon Bernard et Jules Renault, rapporteur.

Digitized by Google

Les billets sont non moins souillés, ainsi qu'il fallait s'y attendre. Avec M. Pierre-Paul Lévy, chef de laboratoire à l'hôpital Saint-Louis, nous avons examiné un certain nombre de billets de banque très sales en apparence. Avec un écouvillon de coton, imbibé d'eau stérilisée, les prélèvements furent faits, par frictions, sur diverses zones de la surface des billets et ensemencés sur divers milieux à la gélose coulés en boîtes de Pétri. Ces cultures révélèrent la présence du staphylocoque blanc, de levures et du *bacillus subtilis* sur presque tous les billets, du colibacille dans trois cas sur dix, du staphylocoque doré, du streptocoque et d'un bacille pseudo-diphtérique une fois sur dix environ. La recherche, par ensemencement sur sérum coagulé, du bacille diphtérique sur les papiers laissés pendant plusieurs jours entre les mains d'enfants atteints de diphtérie est demeurée négative.

Nous avons été surpris par ces résultats que nous ne pouvons nous expliquer autrement que par l'action fortement stérilisante de l'oxygène de l'air activée par la porosité du papier.

Ces résultats sont semblables à ceux que M. Vincent a obtenus en examinant les pièces de monnaie et nous amènent à conclure, comme lui, que les agents microbiens trouvés à la surface des pièces de monnaie et des billets sont surtout des saprophytes et exceptionnellement des germes pathogènes.

La rareté relative des germes dangereux à la surface des billets serait peut-être plus grande encore si la pâte du papier contenait, comme les métaux des pièces de monnaie, une substance stérilisante : c'est une recherche qu'il serait intéressant de faire.

Théoriquement, la stérilisation répétée des billets et des pièces de monnaie peut être désirable comme celle de tous les objets exposés aux souillures, mais il faut bien reconnaître que la réalisation d'un tel programme est actuellement plus que problématique si l'on songe au nombre considérable d'appareils à stériliser qui seraient dispersés dans tout le pays, à la difficulté extrême d'en assurer le fonctionnement et le contrôle. Aussi la Commission a-t-elle proposé de ne pas donner suite, quant à maintenant, à la suggestion de M. Basset.

L'Académie a adopté les conclusions de la Commission. S. R.

Statistique

La Colonisation en Algérie de 1830 à 1921. — Bientôt un siècle depuis le début de la colonisation algérienne, mais il faut remarquer que le premier effort véritable de colonisation date d'un arrêté du Maréchal Bugeaud en 1841. Avant, des efforts anéantis, presque tous, par l'insurrection. La colonisation de Bugeaud était toute militaire : aussitôt installés les colons recevaient des armes et des munitions pour la défense locale. De lourdes charges pesaient sur les colons. C'était tout l'opposé de la colonisation anglaise qui laissait aux acheteurs de terres toutes facultés de jouir de leurs concessions, aussi se décida-t-on, par un décret du 26 avril 1851, à donner des concessions conférant la propriété immédiate de l'immeuble concédé, sous certaines conditions prescrites. Mais le concessionnaire peut hypothéquer ou transmettre tout ou partie de ses terres; toutefois si les conditions premières n'étaient pas remplies, l'État reprenait l'immeuble concédé.

De 1841 à 1851 l'administration créa 126 villes ou villages, allotit 15.000 concessions soit au total 115.000 hectares.

De 1851 à 1860, 85 centres de colonisation créés et 250.000 hectares concédés.

Après 1860, les concessions sont vendues aux enchères où l'indigène peut acquérir, ce qui résultait des idées arabophiles de l'Empereur. A cette époque, des sociétés financières reçoivent des concessions étendues 20.000 à 100.000 hectares par concession.

Malheureusement cette méthode eut des résultats presque nuls au point de vue du peuplement : beaucoup d'acquéreurs se contentaient après l'acquisition de terres d'attendre l'occasion de les revendre avec bénéfice.

De 1861 à 1870, 21 centres créés et 116.000 hectares aliénés. Les indigènes étaient les principaux acheteurs directs ou indirects.

Après 1870 une insurrection fut suivie de la confiscation de 500.000 hectares de terre aux insurgés. Ce nouveau domaine de l'État servit à donner 100.000 hectares en concession gratuite à des Alsaciens-Lorrains. En 1874 877 familles d'alsaciens-lorrains étaient installées : la plupart citadins ou ouvriers, ou sans ressources, ou bien incapables de s'habituer au climat, ils échouèrent en grande majorité. Cependant, en 1899 il restait 387 familles d'Alsaciens-Lorrains, mais le plus grand nombre de celles qui avaient abandonné leur concession étaient, quand même, resté en Algérie.

De 1871 à 1880, 400.000 hectares concédés.

De 1880 à 1900 on donne des concessions gratuites sous condition de résider cinq ans sur la terre concédée. 210 centres créés, 296.000 hectares concédés.

De 1900 à 1921, le Gouverneur général, après avis du Conseil du Gouvernement, peut aliéner de gré à gré, aux enchères, à prix fixe ou gratuitement, suivant l'intérêt de la colonisation.

L'acquéreur est tenu de transporter son domicile sur la terre acquise, ou concédée, dans les six mois, d'y résider de façon effective et de l'exploiter personnellement pendant 10 ans; de se conformer à diverses clauses de son cahier des charges, et de payer le prix de sa terre selon les termes fixés. Il peut se substituer sur sa propriété une famille remplissant les mêmes conditions.

De 1901 à 1920, 199 villages créés ou agrandis et 200.000 hectares livrés à la culture européenne.

La population française a progressé dans les proportions suivantes :

1850	65.497
1870	129.898
1900	364.257
1920	633.149

Telles sont les grandes lignes du développement de la colonisation en Algérie d'après les indications données par le Gouverneur général. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie Civil

Les installations hydroélectriques de l'Autriche. — Après la guerre, on a, en Autriche, attaché une grande importance à l'exploitation des chutes d'eau considérables de la région des Alpes; on se proposait non seulement d'électrifier les chemins de fer mais aussi d'employer le courant pour tous les usages industriels. L'Autriche actuelle a peu de charbon et pratiquement pas de pétrole, elle a fortement souffert de cette dépen-

Digitized by Google

dance de l'étranger pour ses combustibles, la première année après la guerre quand tous les pays en manquaient. Le pays peut actuellement obtenir tout ce qu'il lui faut mais doit, tous les ans, dépenser 8 millions de livres pour ses importations de charbon. Cette somme forme une part importante de l'excédent des importations sur les exportations et l'on fait tous ses efforts pour réduire le tonnage de charbon consommé en utilisant de plus en plus la « houille blanche ». On calcule que l'énergie hydraulique exploitable dans le pays s'élève à 1.657.000 Cv. aux basses eaux ou probablement à 3.500.000 Cv. en moyenne, à la fin de la guerre, on ne tirait parti que de 10 % de ces chutes. Les administrations provinciales se mirent à la tête du mouvement créé pour établir les usines et de 1920 à 1923, on fonda des sociétés d'entreprises dans les différentes provinces. Le capital primitif était fourni par les autorités locales, les banques et le public, on plaça aussi des actions à l'étranger, en Italie, en Suisse et en Amérique. Tout le travail a été fait en Autriche, il y avait suffisamment d'ateliers de construction pour fournir les machines et le matériel électrique. De 1921 à 1924 on a commencé les installations de 68 usines supérieures à 500 Cv. et d'une capacité totale de 214.300 Cv. A la fin de 1924, on avait terminé 28 de ces usines avec une capacité de 85.000 Cv.; le premier trimestre de cette année on a ajouté 18.000 Cv. par l'ouverture des usines de Opponitz dans la Basse-Autriche et de Teigitsch en Styrie, chacune étant de 9.000 Cv. Les autorités établirent en 1921 un programme de 15 ans calculé pour arriver à un total de 900.000 Cv. Il n'est cependant pas à prévoir que ce programme sera complètement réalisé, dans un si court intervalle de temps, car le nombre des installations commencées chaque année n'a cessé de diminuer. En 1921 dans le premier enthousiasme, on commença 38 usines d'un total de 95.000 Cv. tandis qu'en 1924 on n'en commença que 6, devant produire 22.500 Cv. Outre la difficulté de trouver le capital initial, il est probable que la baisse rapide des prix du charbon tend à ralentir fortement les efforts dans ce sens. (*Board of Trade Journal*, 29-10-25.)

E. P.

Métallurgie

Essai des tôles très minces (1). — Le contrôle des qualités mécaniques des métaux en feuilles minces ne pouvait s'effectuer, jusqu'à présent, à l'aide de machines commodes, analogues à celles que l'on utilise pour déterminer la dureté d'une pièce ayant une certaine épaisseur et, par application d'une loi très simple (2), la résistance à la traction.

M. Guillery, qui poursuit depuis longtemps des recherches ayant abouti à des résultats de grande valeur sur les meilleures méthodes d'essai des métaux, a constaté notamment que dans l'essai de dureté Brinell effectué à l'aide d'une bille de 10 mm. chargée de 3.000 kg. (ou d'une bille quelconque de diamètre d sous la charge $P = 30\ d^2$) les empreintes dans un même métal ont un diamètre constant, pourvu que l'enclume soit plane et très dure et que l'épaisseur de la pièce soumise aux essais soit supérieure au cinquième du diamètre de la bille.

M. Guillery a donc imaginé et réalisé un appareil (fig. 14) qui permet de déterminer la dureté des tôles très minces en utilisant, soit une bille de 2 mm., soit une bille de 1,2 mm., dont les empreintes sur les feuilles du métal essayé (fers blancs, aciers divers, aluminium,

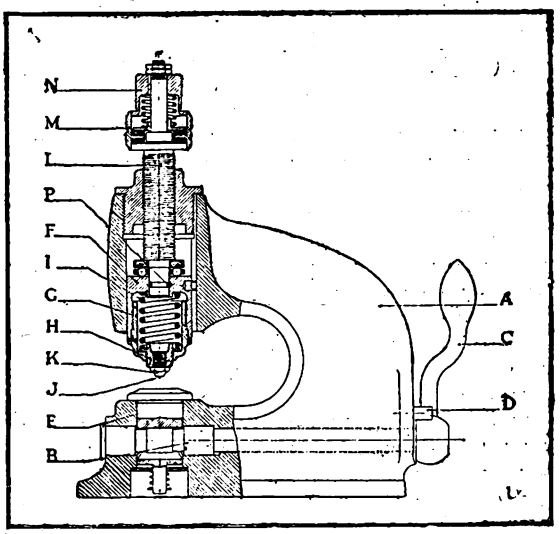


Fig. 14. — Appareil pour déterminer la dureté de tôles minces

zinc, cuivre rouge, laiton, etc...) se lisent avec précision à l'aide d'un microscope approprié.

***

D'autre part, M. Guillery a combiné une petite presse hydraulique (fig. 15) avec laquelle on détermine, très facilement et d'une manière exacte, le moment où se

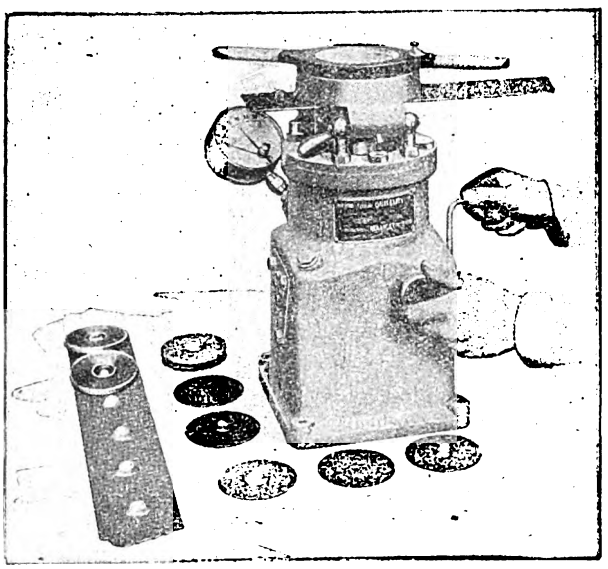


Fig. 15. — Presse hydraulique de M. Guillery.

forme la première crique sur une tôle, serrée entre deux couronnes ayant un diamètre intérieur de 50 mm. et emboutie à l'aide d'un poinçon dont l'extrémité est arrondie suivant un rayon de 10 mm.

Avec cet appareil, on lit, à l'instant même de l'apparition de la première crique, la flèche formée par l'embouti et la pression, ce qui ajoute une précision supplémentaire aux conditions formulées par la Commission per-

(1) *Revue de Métallurgie*, mai 1924.

(2) Voir « Les Matériaux des Constructions Mécaniques et Aéronautiques », Marcotte et Bérèhare, Dunod, éditeur.

Digitized by Google

manente de Standardisation, pour l'essai d'emboutissage des métaux en feuilles minces.

Cette machine permettrait, en outre, de mesurer le taux d'accroissement de la charge en fonction du temps et d'introduire ainsi cet important facteur dans les essais dont il s'agit. Edmond Marcotte.

Chimie

Fabrication et emplois de la stellite. — Dans un travail exposé à la société de l'industrie chimique à Ottawa, Loose déclara d'abord que ce fut Elwood Haynes de Kokomo (Indiana) qui fabriqua le premier la stellite dans ses essais sur les alliages durs. Il réduisit d'abord par l'aluminium les oxydes de nickel et de chrome. On peut fabriquer la stellite, alliage de cobalt, de chrome et de tungstène dans des fours à gaz, aujourd'hui on la fabrique au Canada dans des fours électriques cylindriques; mais terminés en pointe vers le fond, de 1,05 m. de diamètre et de hauteur et munis de deux électrodes en graphite d'Acheson. L'électrode du fond est fixe et refroidi à l'eau; l'électrode du haut est suspendu à un levier isolé, on l'élève, on l'abaisse avec un engrenage à vis. Le four est basculant; on le charge par une ouverture à l'arrière et le décharge au moyen d'un chenal. L'enveloppe en tôle de 6 mm. est garnie de briques réfractaires placées à environ 50 mm. de l'enveloppe; on trempe les briques dans un mortier d'hytempite (ciment) et les fixe avec très peu de liant. On remplit l'espace entre l'enveloppe et les briques avec de la kieselguhr puis dispose un autre revêtement de magnésite calcinée et de goudron à l'intérieur de ces briques. Sitôt qu'on admet le courant, le mélange métallique se met à fondre et il y a peu de pertes par oxydation (du chrome) et par volatilisation (du cobalt). A 1.500 ou 1.600° C. on bascule le four et verse la charge dans des creusets en graphite garnis d'une mince couche d'alundum et enduits d'argile réfractaire. On meule les objets coulés avec des meules spéciales. On emploie la stellite surtout pour outils à découper; à cet effet, on soude de petites pièces de stellite aux queues en acier. C'est au rouge que la stellite se travaille le mieux, on ne peut la recuire, on ne peut la travailler qu'à la meule, elle est très fragile. Elle rend de grands services dans l'enlèvement des pailles des billettes chaudes avant leur laminage. On l'emploie aussi pour faire des poids standards. (*Engineering*, 23-10-25.) E. P.

Sylviculture

Le Tamarin des Hauts (*Acacia heterophylla*, W.) **de l'Ile de la Réunion.** — Cette essence forestière qui occupe 7.000 à 8.000 hectares à la Réunion, et qui existe aussi à Madagascar, ne semble pas être représentée ailleurs. Son étude pratique présente un grand intérêt du fait que cet *Acacia* n'est pas encore exploité dans notre belle île de l'Océan Indien.

Arbre au couvert léger dont les feuilles, à folioles dans le jeune âge, se transforment ensuite en phyllodes, réduites à une languette de 1.5 cm. sur 8 à 10 cm. par suite de l'élargissement du pétiole après la chute des folioles, le tamarin des hauts est susceptible de fournir un bois précieux.

Une étude récente faite sur place par M. M. Rigotard (*Rev. des Eaux et Forêts*, mars 1925) signale que l'arbre peut atteindre 5 m. 50 de circonférence à 1 m. 50 du sol. Le bois d'un brun jaunâtre, magnifique sous le vernis, est précieux pour l'ébénisterie, il fait des parquets superbes, il convient à la construction des maisons, aux traverses de chemin de fer, enfin comme tout bois, il peut convenir au chauffage dont on a grand besoin dans les chemins de fer et les sucreries de la colonie.

Le tamarin croît surtout de 1.500 à 1.900 m. d'altitude sur sols riches, profonds, des coulées de laves basaltiques, du bas des pentes, etc. Il est à désirer, qu'un forestier de l'Ecole de Nancy soit chargé par le Gouvernement de la Réunion de mettre en valeur le riche domaine forestier où croît si abondamment le tamarin des hauts.

M. Bertin, inspecteur des Eaux et Forêts, conseiller technique du Ministère des Colonies, engage à introduire cette précieuse essence dans d'autres régions de notre domaine colonial. L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Questions mises au concours pour l'attribution, en 1926 et 1927, du prix Bordin (3.000 fr.) :

1° Question posée pour 1925 et reportée à 1926 : Extension de la théorie des fonctions analytiques.

2° Question posée pour 1927 : Perfectionner, sur un point important, la dynamique des systèmes non holonomes.

Académie de Médecine. — M. Bar, vice-président, passant à la présidence en 1926, l'Académie a élu le Professeur Gley, vice-président; le Dr Souques a été réélu secrétaire annuel; MM. de Lapersonne et Letulle sont nommés membres du Conseil.

Le Dr Marchoux a été élu membre de l'Académie en remplacement de M. Mesureur, décédé.

Office national des Recherches et Inventions. — Le prix Jean Barès (10.000 francs) a été attribué pour 1925 au Dr Bidou pour ses travaux et ses inventions relatifs à l'appareillage des mutilés et des impotents.

On sait que ce prix ne peut être accordé qu'aux inventeurs qui sont pères d'au moins trois enfants. Le Dr Bidou est père de douze enfants.

— *Troisième Salon des appareils ménagers.* — L'Office national des Recherches et Inventions organise, du 30 janvier au 21 février prochain, au Grand Palais, le IIIe Salon des appareils ménagers. Outre les machines à nettoyer et à laver, et les appareils de chauffage et éclairage, ceux d'hygiène et d'hydrothérapie, etc., les visiteurs verront trois maisons entièrement aménagées selon les règles du confort les plus récentes. Le IIIe Salon comportera d'importantes participations étrangères. L. F.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Les droits à percevoir au profit des Universités ont été fixés par décret du 22 novembre 1925 (*J. O.* du 5 décembre 1925), applicable à partir du 1er janvier 1926.

Droits à acquitter par tous les étudiants :

Droit annuel d'immatriculation pour études, 60 francs.

Droit annuel de bibliothèque, 40 francs.

Le droit d'immatriculation n'est pas dû par les étudiants assujettis au droit d'inscription.

Facultés des Sciences. — Droits à acquitter pour les aspirants au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles, pendant la période scolaire :

Droit trimestriel d'inscription, 60 francs.

Droit trimestriel de travaux pratiques, de 40 à 50 francs, suivant décision du conseil de la Faculté.

Droits à acquitter par les aspirants aux certificats d'études supérieures (licence) pendant la période scolaire :

Digitized by Google

Droit trimestriel d'inscription, 60 francs.

Droit trimestriel de travaux pratiques, de 10 à 60 francs, suivant décision du conseil de la Faculté.

Droits à acquitter par les étudiants admis dans les laboratoires de recherches et de sciences appliquées :

Droit trimestriel, de 50 à 250 francs, suivant décision du conseil de la Faculté.

Facultés de Médecine — Droits à acquitter par les aspirants au doctorat pendant la période scolaire :

Droit trimestriel d'inscription, 60 francs.

Droit trimestriel de travaux pratiques, de 30 à 40 francs, suivant décision du conseil de la Faculté.

Droits à acquitter par les étudiants admis dans les laboratoires de recherches :

Droit trimestriel, 50 à 250 francs, suivant décision du conseil de la Faculté.

Facultés de Pharmacie. — Droits à acquitter par les aspirants au titre de pharmacien et au diplôme supérieur pendant la période scolaire :

Droit trimestriel d'inscription, 60 francs.

Droit trimestriel de travaux pratiques, de 50 à 60 francs, suivant décision du conseil de la Faculté.

Droit à acquitter par les étudiants admis dans les laboratoires de recherches :

Droit trimestriel, de 50 à 250 francs, suivant décision du conseil de la Faculté.

Les différents droits trimestriels (inscription, travaux pratiques et droits de laboratoire) pourront être perçus de la manière suivante: les droits afférents aux premier et deuxième trimestres de l'année scolaire. au début du premier semestre ; les droits afférents aux troisième et quatrième trimestres, au début du deuxième semestre.

Le droit annuel de bibliothèque est perçu en même temps que les droits d'inscription ou en entier avec le droit d'immatriculation.

Le droit d'immatriculation continue à être perçu en une seule fois.

Les aspirants au doctorat en médecine, aux certificats d'études des facultés des sciences et au titre de pharmacien, dont les études sont terminées ou interrompues, sont tenus, pour être admis aux travaux pratiques réglementaires, d'acquitter le même droit de travaux pratiques que les étudiants en cours d'études.

DISPENSES DE DROITS UNIVERSITAIRES. — Les étudiants appartenant à une famille de trois enfants au moins, ou ayant un frère ou une sœur également en cours d'études dans une Faculté, Institut de Faculté ou d'Université, Ecole de plein exercice ou préparatoire de médecine et de pharmacie ou Ecole préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences et des lettres, peuvent être dispensés en totalité ou en partie seulement des droits d'épreuves ou d'examens perçus au profit du Trésor pour l'obtention des grades ou titres d'Etat. Ils peuvent également être dispensés des droits d'inscription, des droits de bibliothèques, et des droits d'exercices ou de travaux pratiques. Les enfants morts pour la France sont mis en ligne de compte pour l'admission au bénéfice des dispositions précédentes.

Peuvent également bénéficier des dispenses prévues par le paragraphe précédent :

1° Les enfants des membres de l'enseignement des Facultés, des Instituts de Facultés ou d'Universités, des Ecoles de plein exercice ou préparatoires de médecine et de pharmacie, ou écoles préparatoires à l'enseignement supérieur des sciences et des lettres morts en exercice dans l'un desdits établissements ;

2° Les fonctionnaires de l'enseignement technique public.

Les dispenses ci-dessus sont accordées par le recteur après avis du conseil de l'Université.

Après échec à une épreuve ou examen, aucune dispense ne peut être renouvelée pour les droits relatifs à cette épreuve ou à cet examen.

Les dispenses de droits d'inscription, de bibliothèque, d'exercices ou de travaux pratiques sont accordées pour l'année scolaire. Elles sont renouvelables.

Elles peuvent être retirées dans le courant de l'année par le recteur sur proposition du doyen de la Faculté, ou directeur de l'Institut ou de l'Ecole, après avis du conseil de l'Université pour défaut de travail ou d'assiduité aux cours, conférences, exercices ou travaux pratiques.

Elles sont retirées dans la même forme que ci-dessus à tout étudiant qui encourt une peine disciplinaire.

Le retrait de la dispense ne s'applique qu'aux trimestres à échoir.

DROITS A PERCEVOIR EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE.

20 droits trimestriels d'inscription à 60 fr.....	1.200 fr.
20 droits trimestriels de bibliothèque à 10 fr...	200
20 droits trimestriels de travaux pratiques de 30 à 40 francs.....	600 ou 800
1er examen de fin d'année, 1 épreuve à	65
2e examen de fin d'année, 1 épreuve à	55
3e examen de fin d'année, 1 épreuve à	55
4e examen :	
1re partie, 1 épreuve à	55
2e partie, 1 épreuve à	55
5e examen de fin d'année, 1 épreuve à	55
3 examens de clinique à 55 fr.....	165
Thèse : 1 épreuve à	240

Tout candidat qui, sans excuse jugée valable par le jury ne répond pas à l'appel de son nom le jour qui lui a été indiqué pour l'examen, perd le montant des droits d'examen qu'il a versés.

Facultés de Médecine. — Par décret du 18 décembre 1925, la session pour la deuxième épreuve des Facultés de Médecine et des Facultés mixtes de médecine et de pharmacie prévue pour 1926, s'ouvrira le 16 mars 1926. Les dates d'ouverture des épreuves pour les différentes catégories sont ainsi fixées :

16 mars. — Anatomie. Histoire naturelle médicale et parasitologie.

19 mars. — Histologie. Pharmacologie et matière médicale. Histoire naturelle pharmaceutique. Pharmacie.

12 avril. — Physiologie. Physique médicale. Chimie médicale.

15 avril. — Chirurgie générale.

19 avril. — Obstétrique. Urologie.

21 avril. — Médecine.

23 avril. — Bactériologie. Pathologie expérimentale. Hygiène. Médecine légale.

26 avril. — Anatomie pathologique. Neurologie et psychiatrie. Dermatologie et syphiligraphie. Ophtalmologie. Otorhino-laryngologie.

Pourront prendre part à cette deuxième épreuve :

1° Les candidats qui ont été reçus à l'une des sections de la première épreuve. Ces candidats ne peuvent se présenter toutefois qu'à celles des catégories auxquelles leur donne droit leur réception à la première épreuve suivant les dispositions du tableau inséré à l'article 12 du règlement du 14 mars 1924 modifié par le règlement du 3 août 1925 ;

2° Les candidats dispensés de la première épreuve par application des dispositions de l'article 9 du règlement du 4 mars 1924 et du 5 février 1925, savoir :

a) Les candidats admissibles aux concours de 1923 ou aux concours antérieurs.

b) Les candidats qui ont ou auraient été classés avant le

Digitized by Google

dernier candidat déclaré admissible pour une Faculté quelconque.

c) Les médecins chirurgiens et accoucheurs des hôpitaux, nommés au concours dans les villes de Facultés s'ils sont candidats aux sections de la 3e et de la 4e division.

d) Les professeurs agrégés (médecine et chirurgie) du Val-de-Grâce, pour la 3e division (médecine) et la section A de la 4e division (chirurgie).

Les candidats peuvent se présenter simultanément dans plusieurs catégories.

Pour chaque catégorie, les registres d'inscription ouverts dans les secrétariats des académies seront clos deux mois avant la date fixée pour l'ouverture des épreuves de cette catégorie.

La remise des travaux devra être effectuée dans les mêmes délais.

Ils devront être déposés en dix exemplaires imprimés, dactylographiés ou reproduits par un procédé quelconque ou manuscrits.

Les candidats qui auront subi la première épreuve en décembre 1925, lorsque les résultats de cette épreuve ne seront pas connus avant la date fixée pour la clôture des inscriptions pourront se faire inscrire et remettre leurs travaux conditionnellement ; cette inscription ne deviendra définitive que s'ils sont déclarés admis à la première épreuve. (*J. O.*)

École Polytechnique. — Par décision du Ministre de la Guerre, le nombre maximum des élèves à admettre en 1926 est de 225.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les Conférences publiques du dimanche auront lieu, à 14 h. 30, dans l'ordre suivant :

3 janvier. — M. Paul Helbronner : *La jonction géodésique de la Corse à la France continentale.*

10 janvier. — M. Dal Piaz, président du Conseil d'administration de la Compagnie générale Transatlantique : *L'Afrique du Nord. Liaison maritime. Son avenir dans l'économie nationale.*

17 janvier. — M. Albert Ranc, président de l'Union nationale des Associations d'anciens élèves des Ecoles de Chimie : *Chimie et Arts décoratifs.*

24 janvier. — M. Martel, membre de l'Académie de médecine, directeur des services vétérinaires de la Seine : *La cherté de la viande.*

31 janvier. — M. Lépine, président de la Chambre de Commerce de Grenoble : *Le bilan d'un demi-siècle d'efforts français dans le transport électrique de l'énergie de la houille blanche.*

7 février. — M. Fougère, président de la Fédération de la soie : *La soie. Ses origines. Ses applications. Son organisation professionnelle.*

14 février. — M. Langevin, professeur au Collège de France, directeur de l'Ecole de Physique et Chimie : *La structure de la matière et de l'électricite.*

21 février. — M. de Moro-Giafferi, député, ancien Sous-Secrétaire d'Etat : *La Céramique à travers les âges.*

28 février. — M. Fernand Maurette, chef de la division scientifique du Bureau international du travail : *La crise du charbon.*

7 mars. — M. Paul Léon, membre de l'Institut, directeur des Beaux-Arts : *Les enseignements de l'Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes.*

14 mars. — M. Drouet, directeur des Services téléphoniques de Paris : *Le problème de la mise en service du téléphone automatique dans le réseau de Paris.*

21 mars. — M. Patart, inspecteur général des Poudres : *Synthèse directe des composés organiques et en particulier des alcools par catalyse sous pression.*

28 mars. — M. Auclair, président du Comité de Mécanique à l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions : *Intérêt et difficultés de l'emploi des gazogènes dans la locomotion automobile. Expériences et concours organisés depuis la guerre.*

Écoles nationales d'Arts et Métiers. — L'article 3 du décret du 14 août 1909 est complété comme suit :

Les brevets d'ingénieur des écoles nationales d'arts et métiers et les diplômes d'ancien élève des écoles nationales d'arts et métiers pourront être délivrés aux élèves de nationalité étrangère qui auront satisfait, dans les mêmes conditions que les élèves français, aux examens généraux de sortie. Ces brevets et diplômes porteront la mention « au titre étranger ». Les élèves étrangers sont classés hors cadre. Les prix de fondation et les récompenses pécuniaires de 500 francs ne peuvent leur être attribués ; les médailles ne peuvent, le cas échéant, leur être décernées que moyennant payement de leur valeur.

Ecole Supérieure d'Electricité. — L'Ecole supérieure d'Electricité organise, avec le concours de l'Institut d'optique, une section d'enseignement de l'Art de l'éclairage. Cette session s'ouvrira à la dite Ecole le 1er février prochain et se terminera vers le 15 mai.

Le programme comprendra : 1° Un enseignement oral de 27 leçons ; 2° un enseignement pratique d'une quinzaine de séances.

1° *Enseignement oral :*

M. Janet. — Introduction générale ; lois fondamentales de l'Optique (réflexion, réfraction, diffusion, polarisation, etc.). Définition et emploi des longueurs d'onde (2 leçons).

M. Fabry. — Physique de l'éclairage : corps noir, corps à rayonnement sélectif. Définition des grandeurs utilisées dans les problèmes d'éclairage, unités (4 leçons).

Dr Couvreux. — Optique physiologique (3 leçons).

M. Jouaust. — Photométrie (3 leçons).

M. Darmois. — Principes généraux de l'éclairage, éclairage des espaces découverts et des espaces clos (4 leçons).

M. Mariage. — Exemples particuliers d'éclairage des espaces clos : ateliers, écoles, magasins, etc. (2 leçons).

M. Leblanc. — L'arc électrique (1 leçon).

M. Ayral. — La lampe à incandescence (1 leçon).

M. Reclus. — Sources à combustion (2 leçons).

M. Jouvion. — Installations électriques (1 leçon).

M. Lebaupin. — Eclairage des trains (1 leçon).

M. J. Rey. — Phares et projecteurs (2 leçons).

M. Fleury. — Étalons primaires de lumière (1 leçon).

2° *Enseignement pratique :*

Étude sommaire d'un spectre ; mesure des longueurs d'onde.

Photométrie. Spectrophotométrie.

Études des principales sources ; flux lumineux, répartition, etc.

Mesure des éclairements dans les espaces clos, influence de la nature et de la répartition des sources, de la nature des parois.

Mesure des éclairements dans les espaces découverts, rues, places, etc.

Étude d'un projecteur, d'un phare d'automobile, etc.

A la suite de cet enseignement, les élèves subiront un examen. Comme sanction il sera délivré un certificat ou un brevet.

Les frais d'études sont de 1.000 francs pour l'ensemble des cours et des travaux pratiques, et de 600 francs pour les cours seulement.

Les inscriptions sont reçues à l'École Supérieure d'électricité, 14, rue de Staël, Paris 15e). L. F.

Digitized by Google

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 décembre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *René Garnier.* — **Sur une méthode nouvelle pour résoudre le problème de Riemann.**

— *Paul Lévy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le rapport entre une série entière et son plus grand terme.**

MÉCANIQUE. — *L. Lecornu.* — **Sur les transmissions élastiques.**

Dans une note récente, M. Blondel compare les résultats qu'il a obtenus au sujet de la résonance des arbres de transmission avec ceux qu'avait indiqués l'auteur. Celui-ci, négligeant les vibrations propres du vilebrequin, avait assimilé ce dernier, à l'intérieur du moteur, à un solide invariable, mais il reconnaît volontiers que cette simplification cesse d'être légitime quand on considère un long vilebrequin à six coudes, comme celui dont parle M. Blondel. Mais il n'en est pas toujours ainsi, par exemple, dans un moteur en étoile, le vilebrequin, très ramassé, ne se déforme pas sensiblement pendant la marche.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *J. Renaux* (prés. par M. Andoyer). — **Sur une méthode de perturbations spéciales.**

La méthode repose sur des équations et son application étendue à plusieurs planètes a donné à l'auteur des résultats satisfaisants.

— *J. Chazy* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur l'avance du périhélie de Mercure.**

Newcomb a introduit dans ses Tables une avance de 43", 37 par siècle à la longitude du périhélie de Mercure. Dans un mémoire antérieur, il avait obtenu la valeur de 42", 95 : ce nombre doit être ramené à 40",38.

Le même auteur a donné comme écart du produit $e\,\delta\,\omega$ relatif à Mercure et pour un siècle 8",48, d'où la valeur correspondante de l'avance $\delta\,\omega = 41",24$. Ce nombre doit être remplacé par 42",24.

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy.* — **Sur la photographie des étoiles en plein jour.**

L'auteur expose les résultats obtenus par la méthode qu'il a exposée antérieurement (*C. R.*, 181, 1925, p. 407). Des expériences ont été faites l'été dernier à des altitudes supérieures à 3.000 mètres, dans le massif du Mont-Blanc, le ciel étant d'une grande pureté. Opérant vers le milieu du jour on a trouvé que la limite extrême d'impression photographique, visible sur les clichés à 90° du Soleil, se rapporte à la 6,5 magnitude. A 10° de l'astre, elle tombe à la 5,5 magnitude. Des essais exécutés dans la Sarthe, par ciel clair, ont fourni la sixième magnitude comme limite d'impression à 90° du Soleil. La troisième magnitude, obtenue facilement à 20° du Soleil, est la limite extrême enregistrée à 10° de l'astre.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Jean Lecarme* (prés. par M. Ch. Richet). — **Les radiations ultraviolettes du Soleil aux grandes altitudes.**

Des expériences effectuées par l'auteur à des altitudes variant de 1.050 m. à 4.350 m., il résulte que l'énergie U. V. solaire paraît très supérieure à celle des arcs de mercure en usage, alors que ses effets biologiques sont moins intenses. Il faudrait admettre, pour expliquer ces différences, que les rayons des arcs métalliques sont toxiques.

— *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante : I. Les hétérogénéités thermiques.**

La matière fulminante est la substance encore inconnue qui forme le *reste d'éclair*. Supposée pure en tous ses points, elle est considérée comme homogène si elle est formée de couches sphériques concentriques isothermes, la température diminuant d'une façon continue du centre à la périphérie. Toute exception à cette règle est une *hétérogénéite thermique*.

L'auteur cherche à montrer que, lorsqu'elle est pure, la matière fulminante jouit toujours des mêmes propriétés et se retrouve la même à toutes les époques.

RAYONS X. — *Maurice de Broglie et Jean Thibaud.* — **Réflexion totale et variations de l'indice de réfraction des radiations X au voisinage d'une discontinuité d'absorption du miroir.**

Les propriétés optiques des rayons X se trouvent identiques à celles de la lumière ordinaire et se plient aux mêmes lois : ceci accuse le caractère ondulatoire des radiations X, tandis que leur phénomène photo-électrique montre leur aspect opposé, corpusculaire ou quantique.

ACOUSTIQUE. — *Th. Vautier.* — **Sur la propagation d'ondes aériennes produites par des étincelles ou des amorces.**

La vitesse des ondes d'étincelles est 330 m. 56 à ± 1 dix-millième près, celle des ondes d'amorces étant de 330 m. 58 à la même approximation. Les valeurs reposent sur la lecture de 31 expériences d'étincelles et 12 d'amorces ; elles se rapportent à la température de 0°, avec la possibilité d'un écart maximum de — 0,4 et probable de ± 0,2, écart correspondant à ± 12 cm. dans la vitesse.

MAGNÉTISME. — M^lle^ *Paule Collet* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur le paramagnétisme constant des solutions.**

Les mesures, faites par la méthode d'ascension, entre 14° et 50°, sur le bichromate de potassium dissous donnent pour le coefficient d'aimantation atomique du chrome :

$$\chi C_r = 63{,}3 \times 10^{-6} \text{ à } 10^{-6} \text{ près.}$$

Cette valeur se place sur la branche descendante de la courbe des paramagnétismes constants. Ce paramagnétisme constant ne diffère pas de celui que présente le même sel à l'état solide.

PHOTOCHIMIE. — *Hippolyte* et *André Copaux* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Méthode de dosage des gaz colorés, fondée sur l'emploi de la pile photo-électrique et son application au cas des vapeurs nitreuses.**

Les auteurs interposent entre le photomètre et une source lumineuse constante un tube parcouru par le mélange gazeux coloré et ils mesurent la quantité de lumière transmise, en fonction de la teneur du gaz en peroxyde d'azote.

Ils montrent qu'aux grandes dilutions, la dissociation du peroxyde devient très sensible aux changements de la pression partielle et que ce gaz s'enrichit en substance colorée, la seule que mesure la pile. Il y a donc accord avec la formule de l'équilibre $N^2O^4 \rightleftarrows 2\,NO^2$ et avec l'hypothèse classique attribuant à la seule forme NO^2 la coloration du peroxyde d'azote.

CHIMIE PHYSIQUE. — *René Dubrisay* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Application des mesures capillaires à l'étude des mélanges d'acides gras.**

Un mélange équimoléculaire d'acide stéarique (en C^{18}) et d'acide myristique (en C^{14}) a même indice de neutralisation que l'acide palmitique (en C^{16}). Il peut en être distingué par une mesure de tension superficielle.

Les recherches de l'auteur ont également porté sur l'acide daturique (en C^{17}) : les résultats qui en sont exposés dans des tableaux, confirment l'existence, jusqu'ici douteuse, de cet acide ou, plus exactement établissent que le corps étudié diffère du mélange équimoléculaire des acides stéarique et palmitique.

— *A. Kling* et *A. Lassieur* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'exposant d'hydrogène de l'eau.**

Deux hypothèses peuvent être envisagées : ou bien l'eau possède une réaction acide propre, son exposant d'hydrogène étant de 5,8 environ, réaction ne pouvant être attribuée

Digitized by Google

à du gaz carbonique retenu à teneur constante, ou bien les méthodes de mesure des pH, dont on dispose actuellement fournissent des résultats erronés, tout au moins dans le cas de l'eau purifiée autant qu'il est possible.

— *J. Cournot* et *H. Sasagawa* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur la variation de la résistance des aciers ordinaires doux et durs, au choc par traction avec la température.**

Les recherches avaient pour but de vérifier comment se comportaient à différentes températures les aciers ordinaires doux et dur au point de vue du choc par traction. Des tableaux indiquent les résultats obtenus. Pour les travaux absorbés par le choc et rapportés à l unité de volume, on observe une légère remontée des courbes jusqu'à 200° environ, comme pour la charge de rupture à la traction; puis il y a un minimum suivi d'un maximum très accentué avec chute rapide ensuite. Les variations des allongements sont analogues dans leur ensemble, mais proportionnellement plus accusés. Cette remontée des caractéristiques des 500 à 600° correspond aux résultats trouvés par le choc par flexion.

CHIMIE MINÉRALE. — *C. Matignon* et *J. Cathala.* — **Action du phosgène sur la glucine. Préparation du chlorure de glucinium.**

Un courant régulier de phosgène agit sur la glucine contenue dans une nacelle en quartz transparent, et chauffée pendant une heure à 1.000°. Des tableaux indiquent les résultats obtenus dans deux séries d'expériences effectuées la première avec une vitesse de 920 cm³ à l'heure et la deuxième avec une vitesse de 1915 cm³ à l'heure. En doublant la vitesse du courant gazeux, on augmente la vitesse de réaction d'une quantité variable avec la température. La chloruration progresse rapidement quand augmente la température.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Raynaud* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la bromuration du zinc en présence de divers solvants organiques.**

Le brome et le zinc, qui ne réagissent pas directement l'un sur l'autre d'une façon sensible, peuvent se combiner rapidement en présence de certains solvants. Parmi ceux-ci, il semble que seuls permettent l'union du métal avec l'halogène, ceux qui, dissolvant à la fois le brome et le bromure formé, comme l'eau et l'oxyde d'éthyle, sont susceptibles de former eux-mêmes des combinaisons avec le bromure métallique. L'existence du composé $ZnBr^2$ $(C^2H^5)^2O$ isolé au cours des recherches apportent la confirmation de ces conclusions.

— *A. Cornillot* (prés. par M. Béhal). — **Sur la constitution des dérivés chlorés de la série phtalonique.**

La Note a pour objet de décrire l'action du benzène et du chlorure d'aluminium sur les éthers chloro-phtalide-carboniques. Avec les précautions indiquées par les auteurs, la réaction de Friedel donne un résultat très net. On obtient une solution benzénique qui, agitée avec une solution de bicarbonate de soude, abandonne un peu d'acide benzhidrol-o-carbonique. Dans le benzène, reste de l'éther α-phénylphtalide-carbonique.

— *Aimé Pictet* et *Alfred Georg.* — **Nouvelle synthèse de l'isomaltose et du gentiobose.**

La synthèse de l'isomaltose a été obtenue en partant de la lévoglucosane. Afin de comparer cet isomaltose avec celui de Fischer, les auteurs en ont préparé en suivant exactement les prescriptions de cet auteur. En acétylant ensuite cet isomaltose au moyen de l'anhydride acétique et de l'acétate de soude, ils ont obtenu deux produits : l'un, un acétate, non encore décrit, de ce sucre; l'autre, correspondant au β-octacétate de gentiobose. Les auteurs pensent être en droit de conclure que dans la préparation de l'isomaltose, suivant le procédé de Fischer, il se forme une petite quantité de gentiobose. L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Desgrez* et *J. Meunier.* — **Sur les éléments minéraux associés à l'oxyhémoglobine du sang de cheval.**

Par dessiccation de l'hémoglobine pure à l'air et reprise par l'eau, les auteurs sont arrivés à séparer deux formes de pigment, l'une insoluble dans l'eau et retenant tout le lithium, l'autre soluble et précipitable par l'alcool, retenant le calcium.

Les résultats obtenus mettent en évidence le rôle du pigment sanguin, comme vecteur des éléments métalliques, pour lesquels il manifeste ainsi une affinité puissante, mais variable avec chacun d'eux.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Félix Mesnil.* — **Sensibilité au sérum humain normal des Trypanosomes d'origine humaine.**

Plus ou moins tôt, suivant les origines, les trypanosomes divers d'origine humaine, gardés sur animaux de laboratoire, deviennent sensibles au sérum humain. Il y a variation, d'apparence spontanée, de micro-organismes, et l'auteur continue à croire qu'il faut voir là un retour à un état ancestral, alors que ces trypanosomes n'étaient pas infectants pour l'homme.

Le *Tr. rhodesiense*, qui apparaît vite sensible au sérum humain, le *Tr. lanfranchii*, qui l'est au bout de deux ans environ, seraient d'adaptation plus récente à l'homme que le *Tr. gambiense*, dont la sensibilité au sérum humain met des années à apparaître.

— *L. Rapkine* et *M. Prenant* (prés. par M. F. Mesnil). — **Réaction du liquide blastocœlien chez le pluteus d'Oursin dans la première phase du développement.**

Dans la blastula, et jusqu'à la formation du mésenchyme primaire, le pH reste constant, chez *Paracentrotus lividus*; sa valeur est de 7 à 7,3, suivant le pH exact de l'eau de mer ambiante, aux environs de Roscoff. C'est au moment où il atteint 8 qu'apparaît la première indication des spicules calcaires. Une fois monté à 8,5, le pH reste constant pendant 5 heures environ, puis redescend en 24 heures à peu près à sa valeur initiale, voisine de la neutralité.

Chez les larves d'*Echinocardium cordatum*, la courbe des pH coïncide exactement avec celle de *Paracentrotus lividus*.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *C. Sauvageau.* — **Sur les bromures des *Antithamnion* Naeg.**

Les bromuques de l'*Antithamnionella sarniensis* se conservant intacts sur des plantes mortes, l'auteur a pensé à rechercher le brome sur des échantillons d'herbier d'*Antithamnion*. Il a pu constater que leurs bromuques rougissent la fluorescéine légèrement ammoniacale, dissoute dans l'eau distillée ou dans l'eau de mer, aussi rapidement et avec autant d'intensité que si la plante était vivante. Ce résultat a été obtenu avec plusieurs espèces.

— *Em. André* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Contribution à l'étude des huiles du groupe chaulmoogrique.**

L'auteur a étudié sept sortes d'huiles de Flacourtiacées qui passent toutes, dans leur pays d'origine, pour avoir des propriétés curatives contre la lèpre, et dont plusieurs d'entre elles n'avaient encore jamais été examinées.

Ces diverses huiles possèdent un certain nombre de caractères communs, dont le plus important est de dévier fortement à droite le plan de lumière polarisée.

L'auteur conclut, à la suite de l'examen de diverses huiles de chaulmoogra du commerce, qu'il est probable que l'on vend sous l'étiquette commerciale d'huile de chaulmoogra des huiles d'origines botaniques différentes.

LITHOLOGIE. — *Jacques Bourcart* et *M.-E. Denaeyer.* — **Sur les caractères lithologiques des laves de l'Ahaggar, Sahara central.** (Mission Jacques Bourcart, 1922-1923.)

La grande masse des éruptions est, dans les trois séries principales, caractérisée par des laves à silice déficitaire. La série de l'Ilamân est, de plus, essentiellement alcaline comme la plupart des régions volcaniques sahariennes.

Digitized by Google

GÉOLOGIE. — *R. Furon.* — **Observations géologiques sur la vallée du Kaboul (Afghanistan).**

Le Kaboul parcourt une série de cuvettes de niveaux différents, nettement isolées les unes des autres par des ceintures montagneuses. Ce sont pour la plupart, sinon toutes, d'anciennes cuvettes lacustres, d'origine tectonique, dont la formation remonte au Nummulitique.

L'auteur distingue une première phase de sédimentation lacustre tertiaire suivie de deux phases de sédimentation fluviatile que séparent des mouvements de surrection.

BOTANIQUE. — *O. Munerati* (prés. par M. Molliard). — **Existe-t-il une après-maturation chez les céréales récemment récoltées?**

L'après-maturation chez le blé nouvellement récolté n'existe pas. C'est une question d'inhibition des hautes températures habituelles au moment de la récolte; il suffit de mettre les semences en substratum à une basse température (6 à 7° C., ou même seulement 12 à 14° C.) pour voir promptement les semences germer à 100 pour 100. Alors que les Poulards germent à plein à une température de 12 à 14°, d'autres variétés ne germent seulement qu'à la température de 6 à 7° C.

Les semences fraîches d'autres céréales cultivées (orge, seigle, avoine) suivent le blé dans sa faculté de germer à une basse température.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Ch. Killian* (transm. par M. Ch. Flahault). — **Observations sur le développement postembryonnaire du *Drosera rotundifolia* L.**

Ce développement se distingue du type classique par le fait que l'accroissement de l'axe hypocotylé dépasse rapidement celui de la radicule dont la réduction se manifeste : 1° par sa différenciation tardive; 2° par la simplification de sa structure; 3° par la transformation de sa coiffe en organe absorbant. Comme cette racine a conservé, à l'état d'ébauche, ses caractères anatomiques, le terme de protocorme, préconisé par Diels, pour désigner l'axe hypocotylé, doit être rejeté.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mlle Panca Eftimiou* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur l'*Exoascus deformans* (Berk) Fuck.**

L'auteur étudie la structure du thalle, la façon dont il se comporte à l'intérieur de la feuille et les modifications d'ordre pathologique auxquelles il donne naissance.

Le thalle renferme par article un grand nombre de très petites sphères très régulières et très chromatiques : ce sont les cytosomes qui n'avaient pas encore été signalés dans ce groupe sous l'action du parasite, les chloroplastes se transforment complètement en amidon. Le cytome, de son côté, entre progressivement en dégénérescence.

L'action du parasite ne semble pas entraver la formation du tanin : il la favorise plutôt.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **L'hérédité chez l'*Helianthus tuberosus Dangeardi*.**

Cette variété, dont l'auteur a indiqué l'origine dans deux précédentes Notes, est l'un des exemples les plus démonstratifs de l'hérédité des caractères acquis à la suite du greffage. M. Daniel expose aujourd'hui les résultats qu'il a obtenus cette année en multipliant cette variété : 1° par ses tubercules aériens; 2° par ses tubercules souterrains; 3° par greffage et surgreffage.

ETHNOGRAPHIE. — *Marcel Baudouin* (prés. par M. Charles Richet). — **Radiographies pour le diagnostic de la nature du travail humain exécuté sur les dents en ethnographie.**

Ayant eu récemment l'occasion d'étudier un collier du Soudan formé de dents humaines, l'auteur a pu constater, grâce à des radiographies de ces dents, comparées à celles de dents normales, que la mutilation a été exécutée *in vivo*, fait très important au point de vue Ethnographie. Dans le cas de mutilation dentaire *in vivo*, la chambre pulpaire a presque disparu, par invasion d'un tissu nouveau (ivoire à ce niveau. Il n'en aurait pas été ainsi si le travail humain avait été effectué sur une dent *morte*, extraite ou tombée. La chambre pulpaire n'aurait pas changé d'aspect.

PHYSIOLOGIE. — *R. Bonnet* (prés. par M. Henneguy). — **Influence des variations de la température extérieure sur la grandeur de l'action dynamique spécifique chez les Poïkilothermes.**

La perte d'énergie qui correspond à l'action dynamique spécifique, chez les animaux n'ayant aucun besoin de calorification, reste rigoureusement la même quelle que soit la température extérieure.

C'est une nouvelle démonstration du fait que l'action dynamique spécifique consiste en une production d'extra-chaleur utilisable seulement dans le cas des organismes homéothermes dont la marge de thermogenèse est largement découverte et perdue dans tous les autres cas : poïkilothermes ou homéothermes placés au point de neutralité thermique. — *André Mayer* et *L. Plantefol* (prés. par M. M. Molliard). — **Influence des électrolytes du milieu sur les échanges gazeux des Mousses.**

Les auteurs concluent de leurs expériences que la concentration du milieu en électrolytes a une action très nette sur l'intensité et la nature des échanges respiratoires des Mousses.

CYTOLOGIE. — *E. Fauré-Frémiet* et *Robert Wallich* (prés. par M. Henneguy). — **Un facteur physique de mouvement cellulaire pendant la culture des tissus *in vitro*.**

Lorsqu'un fragment de tissu est mis en culture *in vitro*, on observe au bout de peu de temps l'émigration d'un grand nombre d'éléments cellulaires qui quittent le « transplant » et passent dans le milieu de culture en constituant la « zone d'invasion ». Les cellules qui passent dans la zone d'invasion sont allongées perpendiculairement à la surface du « transplant » et sont animées d'un mouvement centrifuge par rapport au centre de figure de celui-ci. Les auteurs ont réalisé diverses expériences dans le but de mettre en évidence et d'expliquer ce mouvement radial d'émigration.

ZOOLOGIE. — *A. Dorier* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Sur la faculté d'enkystement dans l'eau de la larve du *Gordius aquaticus* L.**

La larve du *Gordius aquaticus* L. est capable de s'enkyster dans l'eau immédiatement après sa sortie de l'œuf. Le kyste peut résister plusieurs semaines dans l'eau ou à l'air humide et, au bout de ce temps, mettre sa larve en liberté sous l'action du suc digestif de l'hôte approprié. Ainsi est rendue possible l'infestation directe des hôtes terrestres du *Gordius aquaticus* L., venant simplement pâturer sur des détritus exondés, et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir un bain forcé ou un hôte intermédiaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Lucien Cavel* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Sur les pertes d'azote dans l'épuration des eaux d'égout par le procédé des boues activées.**

Dans l'effluent épuré des eaux d'égout par le procédé des lits bactériens, on ne retrouve jamais sous forme de nitrates et de nitrites la totalité de l'azote préexistant dans l'eau brute. Il manque toujours quelque chose au bilan de l'azote. Dans le procédé des boues activées, il y a aussi des pertes que l'auteur a trouvées dépasser 40 %.

PATHOLOGIE. — *G. Mouriquand* et *M. Bernhein* (prés. par M. Widal). — **Nouvelles recherches sur les relations entre l'âge et l'apparition des troubles d'avitaminose C.**

L'avitaminose C frappe d'une manière bien plus tardive les sujets adultes que les jeunes. On pourrait dès lors supposer que dans les premiers jours de la vie l'animal possède,

Digitized by Google

en substances minimales, des réserves d'origine maternelle, qui lui permettent de lutter pendant un certain temps contre les troubles provoqués par une alimentation déficiente.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les conditions géographiques de la guerre. — Étude de géographie militaire sur le front français de 1914 à 1918, par Robert VILLATE, capitaine d'infanterie breveté, docteur ès-lettres. (*Bibliothèque géographique.*) In-8° de 350 pages avec 73 illustrations. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Près d'un quart de cet important livre est consacré au rôle des conditions géologiques dans le développement de la guerre moderne. La valeur stratégique du relief, au cours des opérations militaires, a depuis longtemps été signalée : les répercussions des formes orographiques sur le mode de progression des armées varient considérablement suivant les régions. Au premier abord, les fleuves ne semblent pas avoir eu une action prépondérante pendant la dernière guerre; cependant ils méritent de retenir particulièrement l'attention, surtout dans le domaine tactique. Il en est de même, dans une moindre mesure peut-être, des peuplements forestiers : des déplacements de troupes de grande ampleur ont pu être effectués sous leur couvert. Le chapitre intitulé « Les faits d'occupation humaine » nous montre ceux-ci se divisant en deux classes au point de vue militaire : d'une part les villes et les villages auxquels s'attache moralement le combattant, d'autre part les routes et les voies ferrées, dont le développement, quelle qu'en soit la densité en temps de paix, paraît insuffisant en rapport des besoins en matériel des armées modernes. De 1914 à 1918, l'utilité d'une documentation météorologique précise s'est imposée surtout en raison de l'accroissement d'importance du rôle de l'aviation.

Une bibliographie de 232 numéros complète cet attachant ouvrage, dont le thème, tout à fait nouveau par le fond comme par le mode d'exposition, intéressera de fort nombreux lecteurs. Un ensemble de questions aussi fondamentales méritait d'être fixé dans des pages dont la rédaction exigeait d'ailleurs des connaissances d'ordres variés : le capitaine d'état-major Villate, docteur ès-lettres, était à ce double titre bien qualifié pour entreprendre une telle œuvre.

L. JOLEAUD.

Traité de Zoologie, par Edmond PERRIER, Membre de l'Institut. Fascicule VII, publié avec le concours de Rémy Perrier, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. In-8° de 63 pages avec 120 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 24 francs.

M. Rémy Perrier, continuant l'œuvre didactique de son frère, fait sortir aujourd'hui des presses de la maison Masson un important fascicule sur les Batraciens. La classification des genres vivants y est sommairement esquissée à la fin d'un exposé détaillé, où la morphologie et l'anatomie des Batraciens sont envisagées suivant la forme comparative : cette méthode présente l'avantage de faire saisir toute l'amplitude des variations pour chaque système d'organes. Comme dans les autres parties de l'ouvrage du regretté Directeur du Muséum, l'illustration de ce tome est assez abondante et complète heureusement le texte. Grâce aux concours qui ont déjà assuré l'édition du fascicule VII, la fin du Traité d'Edmond Perrier verra sans doute bientôt le jour; la science française sera ainsi dotée d'un livre fondamental qui n'existe actuellement dans aucune langue et dont la nécessité s'impose cependant depuis longtemps.

L. J.

Les Oiseaux de l'Éthiopie et du Pays Galla. — Merveilles de leur instinct, par le R. P. Martial de SALVIAC, de l'Ordre des Capucins, lauréat de l'Académie française. In-8° de 78 pages avec 28 figures dans le texte et hors texte. Les Voix Franciscaines, Toulouse. — Prix : 5 francs.

Le P. Martial de Salviac esquisse les grands traits de l'Histoire Naturelle des Oiseaux d'Éthiopie en 7 chapitres, groupant les oiseaux au beau plumage, aux instincts curieux, les oiseaux sanitaires ou nettoyeurs, les Rapaces, les Échassiers et les Palmipèdes, les oiseaux habitant l'Éthiopie en permanence ou par intermittence, enfin l'Autruche. Dans cet ouvrage anecdotique, d'une lecture agréable, une part importante est faite aux mœurs des animaux.

L. J.

La pratique du graissage. — Traité technique sur la nature et l'essai des lubrifiants, leur sélection, leur mode d'emploi et leurs usages, par T.-C. THOMSEN. Traduit de l'anglais par P. CHAILLOUS. In-8° de 745 pages avec 228 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 77 francs.

L'important ouvrage publié par M. Thomsen montre que le graissage est devenu une véritable science dont la connaissance est aussi indispensable au consommateur qu'au producteur, science dans laquelle, si l'ingénieur ne peut rien sans le chimiste, celui-ci ne peut rien sans l'ingénieur.

La question des lubrifiants est, en effet, l'une des plus complexes de l'industrie moderne et celle qui, pour cette raison peut-être, n'est pas encore sortie complètement du domaine de l'empirisme. L'auteur a envisagé l'utilisation des huiles et des graisses sous toutes ses faces, tant au point de vue des propriétés physiques et chimiques qu'à celui de leur emploi dans tous les types de machines. C'est pourquoi son Traité s'adresse à un public considérable qui lui réservera un accueil d'autant meilleur que jusqu'ici les ouvrages qui ont traité cette importante question, ne paraissent pas l'avoir fait avec une telle ampleur. En outre on sait que M. Thomsen est l'un des meilleurs spécialistes en la matière.

L. FT.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Guichard. — Les industries de fixation de l'Azote. In-16 de 204 pages (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Raoul Allier. — La psychologie de la conversion chez les peuples non civilisés. 2 volumes in-8° de 596 pages (*Bibliothèque scientifique*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 80 fr.

Robert M. Yerkes et *Blanche W. Learned.* — Chimpanzee, intelligence and its vocal expressions. In-8° de 157 pages avec figures. The Williams and Wilkins C°, Baltimore, U. S. A. — Prix : 3 dollars 50.

L. Michaells. — The effects of ions in colloïdal systems. In-8° de 108 pages avec figures. The Willians and Wilkins C°, Baltimore. U. S. A. — Prix : 2 dollars 50.

Le Gérant : M. HEDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 2 — 64e ANNÉE — 23 JANVIER 1926

LA STRUCTURE DES NOYAUX ATOMIQUES ET LE MÉCANISME DES TRANSFORMATIONS RADIOACTIVES

La radioactivité, propriété dont jouissent les termes les plus élevés de la série des corps simples (éléments radioactifs ou radioéléments : uranium (1), thorium, radium, radon, polonium, etc...) consiste en l'émission, par ces substances, de rayonnements qui transportent d'énormes quantités d'énergie (rayons ou particules α, formés d'atomes d'hélium très rapides, électrisés positivement; rayons ou particules β, lesquels sont des électrons négatifs; rayons γ, ou rayons X très pénétrants). Ce dégagement d'énergie résulte d'une transformation spontanée que subit l'atome de chaque radioélément (Mme Curie) et qui est, conformément à la belle théorie de MM. Rutherford et Soddy (1902), une *désintégration* d'allure explosive s'effectuant suivant les lois du hasard.

A l'échelle où ils se produisent, ces phénomènes sont gigantesques et ils ont apporté aux physiciens des armes d'une puissance insoupçonnée pour attaquer la vieille citadelle jusqu'alors inexpugnable de la constitution de la matière.

En lançant à travers de minces écrans métalliques (or, platine), ces projectiles formidables que sont les particules α (vitesse : 20.000 kilomètres, par seconde), et en étudiant leur mode de diffusion, Sir E. Rutherford a montré, en 1911, que l'atome matériel doit être constitué par un centre très petit et très massif ou *noyau atomique*, électrisé positivement, et autour duquel gravitent une nuée de légers électrons négatifs. De nombreux travaux postérieurs d'ordres divers ont établi la réalité de cette hypothèse et l'on sait, aujourd'hui, quelle est la charge électrique portée par le noyau atomique (proportionnelle au *nombre atomique*, ou rang de l'élément dans la série périodique des corps simples de Mendéléeff) et comment se répartissent autour du noyau central le nombre voulu (égal au nombre atomique) d'électrons négatifs qui assurent la neutralité électrique de l'atome (travaux théoriques de MM. Bohr, Sommerfeld, etc..., recherches expérimentales sur les isotopes, sur les spectres de rayons X, et les spectres optiques, sur les potentiels d'ionisation, etc...) (1). Quant au noyau atomique lui-même, les phénomènes radioactifs montrent qu'il peut perdre des particules α (noyaux atomiques d'hélium), donc qu'il en renferme, de même que des électrons négatifs (particules β); et les belles expériences de Sir E. Rutherford (1919-1925) sur la *désintégration artificielle des atomes des éléments légers* (par chocs de particules α) ont permis de conclure qu'il peut contenir également des particules H^+ (noyaux atomiques d'hydrogène).

(1) C'est au cours de recherches sur la phosphorescence des sels d'uranium qu'Henri Becquerel découvrit les phénomènes de radioactivité, en 1896. Ensuite, l'étude des minéraux d'uranium par la méthode électrique a permis à Mme Curie de soupçonner l'existence d'éléments fortement radioactifs, entre autres, le *polonium*, isolé par Mme Curie, en 1898, et le *radium*, que M. et Mme Curie et M. Bémont obtinrent peu après.

(1) On pourra trouver un exposé d'ensemble de tous ces travaux dans deux conférences que nous avons faites au Laboratoire de M. le professeur Moureu, au Collège de France, et que la Société Chimique de France a publiées dans un volume de ses *Conférences* (Masson, Paris, 1922).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

Tous ces constituants du noyau atomique se trouvent réunis dans une sphère prodigieusement minuscule dont le rayon n'excède pas quelques unités de la longueur 10^{-12} centimètres (millionièmes de millionième de centimètre), le rayon de la particule α étant voisin de 5×10^{-13} centimètres, celui de l'électron négatif égal à 10^{-13} centimètres, et celui de la particule H^+, probablement de l'ordre de 10^{-16} centimètres. Autour du noyau atomique s'étend le domaine occupé par les électrons négatifs périphériques au plus (92, dans l'atome d'uranium), domaine dont le rayon est de l'ordre de 10^{-8} centimètres.

Il est fort probable que chacun des électrons négatifs périphériques circule autour du noyau atomique sur une trajectoire quasi-elliptique dont le noyau occupe l'un des foyers et dont les dimensions sont d'autant plus grandes qu'on se rapproche davantage de la surface de l'atome (modèle atomique de Bohr-Sommerfeld). L'énergie de chaque électron sur son orbite est d'autant plus élevée qu'il est plus éloigné du centre. Les électrons périphériques peuvent donc être considérés comme distribués sur une série de *niveaux d'énergie moyenne*, qu'on désigne à partir du centre, par les lettres K, L, M, etc...

Les constituants du noyau atomique reproduisent-ils une configuration analogue? A la suite de ses premières recherches sur la désintégration artificielle, Sir E. Rutherford fut conduit à supposer que certains éléments du noyau (particules H^+) devaient jouer le rôle de *satellites*, par rapport à un corps central, noyau du noyau, pour ainsi dire. Cette structure vient de se trouver singulièrement confirmée et précisée par les récents travaux sur les spectres de rayons γ, travaux qui éclairent, en outre, d'une lumière toute nouvelle, l'origine des rayons β des radioéléments et le mécanisme même de la désintégration nucléaire de ces derniers.

Les rayons γ, sont, comme les rayons X, des ondes électromagnétiques; mais leurs très courtes longueurs d'onde (de l'ordre de 0,01 angström, soit 10 unités X) ne leur permettent pas d'être diffractés par les réseaux cristallins. On ne peut pas séparer les diverses radiations monochromatiques qui constituent une émission de rayons γ et que révèle la façon dont ces rayons se comportent dans leur absorption par la matière.

On sait que les rayons γ ionisent les atomes qu'ils traversent, c'est-à-dire en détachent un électron négatif périphérique (phénomène photoélectrique). Or, ce phénomène obéit à une loi remarquable (loi d'Einstein), qui relie simplement la *fréquence* de la radiation incidente à l'*énergie* que lui emprunte l'électron négatif libéré par l'atome ionisé (1). Une partie de cette énergie est dépensée en travail d'extraction de l'électron (potentiel d'ionisation) et le reste lui est communiqué sous forme d'énergie cinétique. De plus, la quantité bien définie d'énergie (niveau d'énergie) associée à chaque électron négatif périphérique est connue d'après les spectres de rayons X (discontinuités critiques d'absorption). La mesure de l'énergie cinétique des électrons provenant de l'ionisation de niveaux atomiques bien identifiés permet donc d'atteindre indirectement la fréquence du rayon γ qui détermine l'ionisation.

Tel est le principe de la méthode qu'ont appliquée M. Ellis (1921), Mlle Meitner (1922), MM. M. de Broglie et J. Cabrera (1923) et surtout M. Thibaud (1924), celui-ci au Laboratoire de M. M. de Broglie, à la détermination des fréquences spectrales des rayons γ de plusieurs radioéléments (R*a*B, R*a*C, Ms*Th*II, R*d*T*h*, T*h*B, T*h* C+C'). Ces rayons, en frappant divers « radiateurs » solides (le plomb est particulièrement employé; M. Thibaud a utilisé douze éléments différents compris entre le fer et l'uranium), y « excitent » une émission d'électrons négatifs secondaires, photoélectriques, qu'on dévie et disperse à l'aide d'un champ magnétique, dans le vide, et qui s'enregistrent sur une plaque photographique sous forme de raies séparées (spectres corpusculaires ou spectres de rayons négatifs). On déduit la vitesse des électrons correspondant à chaque raie spectrale de l'intensité du champ magnétique et du rayon de courbure de la trajectoire (distance de la raie spectrale à un repère fixe).

Ces recherches ont permis d'établir que *le spectre de lignes des rayons β d'un radioélément est identique au spectre d'électrons secondaires excités dans son isotope inactif* (R*a* B ou T*h* B et P*b*, par exemple) *par ses propres rayons γ*. La majeure partie des particules β des radioéléments ne sont donc que des électrons secondaires, expulsés de la région externe des atomes qui se désintègrent (ou d'atomes voisins), lors du passage des rayons γ issus du noyau.

Les spectres de rayons β étant beaucoup plus intenses que les spectres d'électrons photoélectriques, MM. Ellis et Skinner (1922), Mlle Meitner (1923), MM. Yovanovitch et d'Espine (1924), au Laboratoire de Mme Curie, et M. Black (1924) se sont attachés à déterminer à nouveau, avec une précision supérieure, les spectres β, pour en déduire les spectres γ correspondants.

Les résultats, en général, très concordants, des

(1) Lorsqu'un faisceau de rayons γ traverse un gaz léger comme l'air, les molécules sont ionisées beaucoup plus par diffusion des rayons γ (effet Compton) que par effet photoélectrique. Ce dernier effet s'observe plus particulièrement sur les atomes des éléments lourds.

Digitized by Google

recherches relatives aux spectres β naturels et aux spectres d'électrons photoélectriques conduisent à attribuer à chaque radioélément qui émet des rayons γ un *spectre de rayons γ caractéristiques*, dont le nombre et la pénétration semblent croître avec la brièveté de la vie moyenne (J. Thibaud) (1). Pour chacun de ces spectres, M. Ellis a, le premier, mis en évidence des relations d'additivité (principe de combinaison) qui révèlent l'existence, dans le noyau atomique — comme dans la région extra-nucléaire — de niveaux d'énergie occupés par certains constituants nucléaires. La mécanique des quanta, qui a été appliquée par MM. Bohr et Sommerfeld avec tant de succès à la région externe de l'atome, semble s'étendre également au noyau. Le noyau apparaît ainsi comme un atome dans l'atome. Au passage d'un constituant nucléaire d'un niveau énergétique élevé à un niveau inférieur, plus voisin de la portion centrale correspondrait l'émission d'une onde électromagnétique de très haute fréquence (rayon γ) qui rayonne dans l'espace la différence des énergies de ces niveaux.

Dans les spectres de lignes des rayons β des radioéléments, on ne rencontre *aucun électron d'origine nucléaire*, non plus que dans aucun des spectres d'électrons photoélectriques excités par les rayons γ (J. Thibaud). On peut donc se demander si des électrons négatifs peuvent exister comme satellites dans les noyaux atomiques tout en échappant au phénomène photoélectrique pourtant si général (2)? L'existence d' « électrons négatifs de désintégration » (électrons primaires) provenant du noyau (un par atome qui se désintègre) est néanmoins exigée par la variation d'une unité de la charge nucléaire (nombre atomique) qui résulte de la désintégration radioactive. *Ces électrons primaires, très rapides* (L. Meitner), *auraient donc pour origine une région beaucoup plus profonde que celle où prennent naissance les rayons γ* (1); *et ils sont probablement émis au cours d'une perturbation importante affectant la portion centrale du noyau. L'émission des rayons γ résulterait alors de la répercussion de cette perturbation (réarrangement des constituants nucléaires) sur les régions périphériques du noyau* (2) *et serait ainsi consécutive à la désintégration* (3).

M. Kovarik (1924) a établi qu'en se désintégrant, chaque atome n'émet qu'un seul rayon γ (un seul quantum γ), la multiplicité des lignes du spectre caractéristique montre donc que celles-ci proviennent d'atomes différents (comme les spectres lumineux ordinaires) et suggère ou bien une répercussion variable de l'émission β primaire ou bien l'émission avec énergie variable de cette même particule β primaire.

A l'appui de la théorie qui vient d'être esquissée, on peut citer ce fait très important, découvert par M. Hahn et Mlle Meitner (1924), que des rayons γ sont émis au cours de certaines transformations à rayons α (Ra, RdAc Ac X).

Quant à la *cause* même de la radioactivité, elle nous est toujours aussi mystérieuse. En quoi consiste le phénomène qui déclanche la désintégration nucléaire? Réside-t-il dans le noyau atomique, ou hors du noyau, ou même hors de l'atome? A ces questions, on ne peut encore apporter que des réponses purement spéculatives, qui n'ont de valeur que dans la mesure où elles conduisent à de nouvelles expériences. En voici quelques-unes.

(1) On sait qu'une loi analogue et très générale (loi de Geiger et Nuttall) régit les émissions de rayons α : l'énergie (ou le parcours) des particules α libérées par un radioélément est d'autant plus grande que la période de transformation est plus courte. L'instabilité (faible durée) des atomes est étroitement liée à l'importance des perturbations énergétiques qui se produisent dans leurs noyaux.

(2) Si l'émission des rayons γ était due à une chute de potentiel d'électrons négatifs nucléaires, cette chute de potentiel serait de l'ordre de 100.000 à 2.600.000 volts (rayons γ les plus pénétrants de la famille du thorium).

L'évidente continuité spectrale qui se manifeste entre les rayons X et les rayons γ pourrait suggérer que le mécanisme producteur de ces deux sortes d'ondes électromagnétiques est le même dans les deux cas (sauts d'*électrons négatifs* entre deux niveaux d'énergie différents). Cependant, si l'on remarque qu'en descendant l'échelle des fréquences, la même continuité subsiste entre les rayons X, les ondes lumineuses ordinaires, les ondes infra-rouges et celles de la T. S. F., alors que les systèmes émetteurs sont très différents, il nous semble que la continuité spectrale exprime simplement l'*unité* de la nature de l'énergie rayonnante, à travers toute l'immense échelle des fréquences, plutôt que l'*identité* des systèmes qui la produisent. Cette remarque permet de se rendre compte pourquoi la réciprocité rigoureuse de la loi d'Einstein peut cesser aux très hautes comme aux très basses fréquences.

Si les rayons γ pouvaient libérer des électrons négatifs nucléaires, nous pourrions, par ce moyen, provoquer des transmutations artificielles et, comme le remarque M. de Hevesy (1922), dont les expériences à ce sujet furent entièrement négatives, modifier la vitesse de désintégration des radioéléments.

(1) A ces électrons ultra-rapides pourraient correspondre les *rayons ultra X* ou, plus exactement, *ultra-γ*, analogues à ceux imaginés par M. Perrin (1919).

(2) Les transformations radioactives à rayons β *sans rayons* γ (UX, RaE, ThC, etc...) résulteraient d'une perturbation nucléaire peu importante ; mais on ne voit pas, alors, quelle est l'origine de ces particules β lentes, car si elles résultent de l'ionisation — par chocs des particules β primaires — des couches électroniques extranucléaires (L. Meitner), on ne comprend pas pourquoi ce phénomène ne se produirait pas également dans les cas où les rayons β sont accompagnés de rayons γ.

(3) A la suite de travaux tout récents, dont nous avons connaissance en corrigeant les épreuves de cet article, M. M. Ellis et Wooster viennent de prouver l'exactitude de cette hypothèse en montrant qu'effectivement, l'émission des rayons γ est *postérieure* à la désintégration.

Digitized by Google

Renouvelant d'anciennes hypothèses, en utilisant la théorie de M. Bohr, M. Rosseland (1923) admet que la radioactivité peut être due à une action perturbatrice exercée sur le noyau atomique, de lui-même parfaitement stable, par les électrons négatifs des premières couches extra-nucléaires (d'autant plus voisines du noyau que celui-ci est plus lourd); car ces électrons dans leurs mouvements, approchent parfois très près du noyau. Par l'intermédiaire d'un phénomène de résonance, le noyau, supposé en mouvement de rotation, emprunterait de l'énergie à ces électrons périphériques et passerait ainsi à un état « excité » ou « activé ». La restitution d'énergie et le retour à l'état normal (différent de l'état normal initial) s'opéreraient par l'émission d'un satellite intra nucléaire (particule α ou β). Les éléments de nombre atomique supérieur à 92 ne pourraient exister parce que les trajectoires des électrons externes profonds rencontreraient le noyau (1); et les conditions de résonance exigées pour la désintégration cesseraient d'avoir lieu pour les éléments de nombre atomique inférieur à 81, sauf pour les éléments K (17) et R*b* (37) (qui émettent, comme on le sait, un faible rayonnement β (2).

Nous pensons qu'on doit se rapprocher davantage de la vérité en cherchant la cause de la radioactivité au sein même du noyau atomique. L'instabilité nucléaire paraît être sous la dépendance d'un *hasard interne* qui implique le passage simultané d'un *grand nombre* de particules par une certaine configuration critique instable. Appliquant cette hypothèse au noyau des radioéléments considéré dans son ensemble, M. Lindemann (1915) a retrouvé la loi de Geiger et Nuttall, lorsque le nombre des particules envisagées est environ quatre-vingts.

En tenant compte du fait très probable qu'il existe deux régions dans le noyau et en admettant que la radioactivité n'intéresse que la région centrale, on pourrait, nous semble-t-il, concurremment avec l'hypothèse précédente, retenir une suggestion faite par M. Brösslera (1921), et supposer que les particules α ne préexistent pas dans les noyaux atomiques des radioéléments, mais y sont engendrées (à partir de quatre noyaux d'hydrogène et de deux électrons négatifs) lorsque la configuration favorable se trouve spontanément réalisée (1). L'énorme énergie libérée ($4{,}45 \times 10^{-5}$ ergs par particule α formée) (2), se retrouverait en partie sous forme d'énergie cinétique de la particule α émise (qui, précisément, est de l'ordre de grandeur voulu) et fournirait, le cas échéant, l'énergie des émissions β et γ des transformations consécutives. La *désintégration* de l'atome serait ainsi la conséquence de la *synthèse* intranucléaire de la particule α (3). Jusqu'au cœur de son noyau, l'atome serait donc comparable à un système planétaire. Etoile en miniature, le noyau atomique lourd présenterait, par intervalles, une densité de matière et d'énergie analogues à celles qui paraissent normales dans les astres; et sur une échelle infini-

(1) Mais il n'est pas impossible que les *noyaux* atomiques correspondants puissent exister, ceux-ci étant ensuite détruits par les premiers électrons périphériques venant s'y enchaîner.

(2) Quelque séduisante qu'apparaisse cette théorie, il est difficile d'admettre qu'une instabilité purement mécanique, comme celle suggérée ici, puisse subsister pendant la durée de vie énorme de la plupart des atomes radioactifs, ni de comprendre pourquoi les radioéléments isotopes (dont la région atomique externe présente, d'après les recherches sur les rayons γ analysées plus haut, *la même configuration*, surtout les isotopes isobares) ont des vies moyennes aussi différentes les unes des autres, alors qu'elles devraient être très voisines, ou même identiques. En outre, l'action des rayons γ, en ionisant les couches électroniques profondes de la région externe, devrait, semble-t-il, les perturber suffisamment pour modifier leur influence sur le noyau et, par suite, altérer la vitesse de désintégration.

(1) Les noyaux d'hydrogène satellites ne prendraient aucune part au mécanisme envisagé ici; et, dans les atomes de poids atomique inférieur à 210, la radioactivité cesserais faute d'un nombre suffisant de noyaux d'hydrogène dant le corps central pour former de nouvelles particules α.

(2) En identifiant matière et énergie, la théorie de la relativité nous a conduits à généraliser l'idée d'associer l'énergie à la matière. La *masse* d'une portion de matière ne serait que la mesure de la quantité d'énergie qu'elle représente (numériquement égale au produit de la masse par le carré de la vitesse de la lumière). La perte d'énergie correspond à une destruction de matière (le soleil, par exemple, perd, chaque seconde, par rayonnement, environ 4.000 tonnes de sa masse); et, réciproquement, toute perte de masse se traduit par un dégagement d'énergie (la synthèse de la particule α exige une perte de masse égale à 4H-He, soit : $4 \times 1.008 - 4.000 = 0{,}032$ gramme par atome-gramme d'hélium, libérant : $0{,}032 \times (3 \times 10^{10})^2 = 28 \times 10^{18}$ ergrs $= 600 \times 10^9$ calories).

(3) Les données de l'astrophysique nous obligent à admettre que l'énorme énergie rayonnée par les étoiles doit être d'origine intra-atomique. Elle résulterait de *synthèses* atomiques effectuées avec *diminution* de masse dans des conditions évidemment hors de notre portée. Cependant, d'après l'hypothèse que nous exposons ici, ce serait, en réalité, par le même mécanisme que les atomes libéreraient, sous nos yeux, leur énergie interne. Il ne faudrait donc pas demander à des phénomènes de *désintégration* atomique la clef des trésors d'énergie que recèle la matière. D'ailleurs, si l'atome d'hélium, le plus stable de tous les atomes (l'énergie accumulée de plusieurs particules α serait nécessaire pour briser son noyau), est, comme il est probable, un constituant important des autres atomes, la *désintégration totale* de ceux-ci en noyaux d'hydrogène et électrons négatifs, loin de fournir de l'énergie, ne saurait s'effectuer, selon une remarque de Sir E. Rutherford (1923), qu'au prix d'une colossale dépense d'énergie. Ainsi, la majeure partie de l'énergie intraatomique utilisable de la matière qui nous entoure aurait été dissipée, inutilement pour nous (sauf la minime fraction de l'énergie du soleil que nous recevons), au cours de la genèse même des atomes.

Digitized by Google

ment plus petite, il s'y produirait les mêmes phénomènes (1).

D'une manière plus simple, il se peut aussi que le surcroît d'énergie rayonnée par l'atome radioactif au cours de son évolution progressive vers la configuration définitivement stable (plomb), au lieu de se trouver dans la portion centrale de son noyau sous la forme de particules α non « combinées », soit emmagasiné, depuis sa formation, à l'état d'énergie potentielle des constituants nucléaires (de la masse centrale du noyau ou de la couche de satellites). Seuls survivants de types d'atomes disparus, les atomes d'uranium et de thorium seraient encore, comme le suggère Sir E. Rutherford (1923), dans un état anormal, ou « activé », et ils achèveraient sous nos yeux le cycle des transformations spontanées qui, chez les atomes des éléments ordinaires, sont accomplies depuis d'incalculables millénaires (2).

Adolphe LEPAPE,
Chef des Travaux de Recherches physico-chimiques
à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie
(Collège de France).

(1) L'évolution des astres nous présente, au début, des masses nébulaires très diluées ne contenant que des gaz légers (hydrogène et hélium), puis des étoiles « géantes » dont la température augmente et, enfin, des étoiles « naines » (notre soleil, par exemple) dont la température décroît.

Au centre des étoiles les plus chaudes où, d'après M. Eddington, la température peut atteindre des millions de degrés, il est probable que les rayons X sont en équilibre thermique et que la plupart des éléments légers sont ionisés totalement, c'est-à-dire réduits à leurs noyaux atomiques. Les atomes stellaires seraient donc dix mille fois plus petits que les atomes terrestres et seraient porteurs de charges électriques importantes. Ces électrons négatifs et ces noyaux positifs libres sont susceptibles de constituer des masses « gazeuses » (régies par les lois des gaz) présentant la densité fantastique d'une tonne par centimètre cube et où s'exercent des forces électriques énormes. Il n'est pas invraisemblable de penser que ces conditions puissent favoriser la synthèse des noyaux atomiques lourds à partir des noyaux légers d'hydrogène et d'hélium, et libérer ainsi les énormes quantités d'énergie exigées par le rayonnement des étoiles.

(2) Si l'on observe que, au fur et à mesure que l'atome radioactif évolue vers son terme stable, les transformations se précipitent et l'énergie dégagée augmente, on voit que ce fait est corrélatif, dans l'hypothèse précédente (synthèse intranucléaire des particules α), d'un *accroissement* de l'énergie nucléaire et, dans l'hypothèse actuelle (réserve d'énergie nucléaire), d'un *épuisement* de l'énergie nucléaire.

LA DIFFÉRENCIATION DES PERLES NATURELLES ET CULTIVÉES

Le commerce des perles fines, qui représente aujourd'hui un chiffre d'affaires assez important pour entrer en ligne de compte dans la balance commerciale de notre pays, a été perturbé depuis quelques années par l'introduction sur le marché de nombreuses perles complètes de culture provenant de la « ferme » sous-marine japonaise de M. Mikimoto. Ces produits sont présentés comme des perles fines et en ont tous les caractères extérieurs, mais les avis des zoologistes les plus éminents et des experts les plus avertis sont partagés quant à l'applicabilité de ce qualificatif de « fines » et cette controverse, qui est de première importance au point de vue commercial, a eu son écho dans la presse, dans l'opinion publique et jusque devant les tribunaux.

La question paraît se ramener au fait que la présence d'un noyau de dimensions exagérées dans la perle cultivée peut gravement nuire à sa solidité et à sa durée. Or il n'existait jusqu'ici aucune méthode *sûre* permettant d'en reconnaître la présence ni d'en évaluer la taille, ce qui pouvait par conséquent favoriser la fraude et quelque peu paralyser le commerce de ces joyaux. L'objet de cet article est d'exposer avec quelques détails le principe et la mise en œuvre d'une méthode de différenciation que nous avons élaborée l'an dernier et qui, par suite de sa nature même, offre la certitude. Elle présente en elle-même un intérêt scientifique d'ordre général en ce sens qu'elle est susceptible d'être appliquée à la différenciation d'autres matières et qu'elle constitue comme une sorte de radiographie du « deuxième genre ».

Nous allons tout d'abord rappeler les caractères qui différencient la nacre de la perle. Nous dirons ensuite quelques mots de la culture des perles ; nous étudierons les divers procédés de différenciation proposés jusqu'à ce jour, puis la nouvelle méthode, et nous terminerons en exposant les résultats qu'elle permet d'obtenir.

I. — LA NACRE ET LA PERLE

Les travaux de très nombreux auteurs ont montré que les perles sont constituées par de la *nacre* de très bonne qualité présentant une *structure* particulière.

La nacre est cette matière feuilletée bien connue à reflets irisés qui tapisse la paroi interne de la coquille de nombreux mollusques. Elle est trans-

Digitized by Google

parente en couches minces. Considérée en masse sa translucidité est notablement plus grande dans le sens de ses feuillets que dans la direction perpendiculaire.

Quoique formée d'environ 80 % de carbonate de calcium (1) *la nacre n'est pas un cristal.* On y trouve environ 5 % d'une matière organique azotée, la *conchyoline*, le reste étant de l'eau fixée par cette matière. L'examen microscopique de la nacre montre que les feuillets sont dus à un *squelette* de conchyoline, chacune des assises constituant un véritable nid d'abeilles dont les alvéoles, de section hexagonale, sont remplies par de petits prismes transparents d'aragonite. Comme on le sait, le carbonate de calcium cristallise en effet sous deux formes distinctes : l'aragonite qui appartient au système orthorhombique et la calcite qui est rhomboédrique. L'association de trois prismes d'aragonite suivant une symétrie pseudo-hexagonale (le mâclage se produit suivant des faces faisant entre elles un angle de 127° 28') produit ces aiguilles prismatiques qui se logent dans les alvéoles du squelette organique normalement à la direction des feuillets.

La densité de la nacre : 2,80 est donc légèrement inférieure à celle de l'aragonite (2,93). Lorsqu'on chauffe la nacre, la conchyoline se déshydrate et se décompose en détruisant l'ordonnance régulière du réseau et les propiétés optiques si remarquables de la nacre disparaissent. A haute température, l'aragonite se transforme partiellement en calcite. Inversement, lorsqu'on attaque la nacre par un acide, l'aragonite se dissout en laissant un squelette de conchyoline, mou et léger comme une éponge, qui conserve la forme extérieure (bouton, sphère, etc.) de l'échantillon de nacre initial.

Les propiétés optiques de la nacre sont dues à des phénomènes interférentiels produits par le réseau des prismes d'aragonite. Ce réseau fonctionne par réflexion, grâce à ses assises régulières de prismes transparents, dont l'épaisseur moyenne est voisine de 5.000 unités Angström, à la manière des couches semi-transparentes d'argent de la plaque chromo photographique de Lipmann ou des plans réticulaires équidistants atomiques dans la « réflexion » des rayons X. MM. L. Clément et Rivière (2) ont pu, en se basant sur ces données, reproduire artificiellement des enduits nacrés en laissant diffuser lentement des solutions de carbonate alcalin et d'un sel de calcium dans un milieu gélatineux.

(1) Ce carbonate de calcium, dont les éléments sont extraits de l'eau de mer par le mollusque, est d'une pureté remarquable et exempt en particulier de sulfates et de sels de magnésium.

(2) *Chimie et Industrie* (octobre 1922).

Comme des travaux récents, effectués par les méthodes de l'analyse cristalline au moyen des rayons X, l'ont montré, la gélatine semble dans ces expériences former un véritable réseau spatial dans lequel la précipitation des micro cristaux de carbonate de calcium se produit. Après insolubilisation de la gélatine par le formol et lavage à l'eau, on obtient ainsi de magnifiques irisations dont l'aspect dépend du mode opératoire, en particulier de la concentration des solutions employées.

Comme les travaux de Lyster Jameson et de R. Dubois l'ont montré, la nacre est sécrétée par l'épithélium palléal externe du manteau du mollusque. C'est une sécrétion *de défense* qui s'effectue par un double travail : la création du squelette de matière albuminoïde et son remplissage minéral. Lorsque le manteau est, comme à l'ordinaire, en contact avec la coquille, celle-ci s'enduit intérieurement de nacre. Un corps étranger (parasite, fragment minéral, etc.) vient-il à s'introduire entre celle-ci et le manteau en le déprimant, la sécrétion s'effectue bientôt sur sa surface et, s'il est suffisamment occlus dans le manteau, la nacre ne se déposera plus en feuillets plans parallèles mais en couches concentriques tout autour de lui, les prismes d'aragonite prenant une orientation radiale. C'est là l'origine de la perle dont la structure reflétera toutefois toute l'histoire pathologique du mollusque pendant sa sécrétion, laquelle peut durer une dizaine d'années pour les beaux échantillons.

On conçoit donc que les perles naturelles puissent présenter de grandes variétés de structure interne. Le dépôt de couches régulières concentriques et homogènes de nacre est l'édification théorique rarement réalisée dans la nature. Aussi trouve-t-on fréquemment dans les perles fines des occlusions, des dépôts minéraux ou organiques irréguliers, qui forment ce que l'on appelle les *noyaux secondaires* parfois fort volumineux et recouverts d'une écorce plus ou moins épaisse de matière perlière de bonne qualité.

II. — LA CULTURE DES PERLES

Les premières perles cultivées originaires du Japon (1) ont fait leur apparition en France vers l'année 1900, mais ce n'étaient encore que des *demi-perles*, c'est-à-dire qu'elles étaient constituées par des boules de nacre recouvertes d'une écorce perlière sur une région voisine d'un hémisphère seulement. Des demi-perles de ce genre avaient déjà été obtenues par L. Boutan (2) par trépanation d'Haliotis.

(1) Voir R. Dubois, *Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent*, p. 115 (1909).

(2) *C. R.*, t. 137, p. 828 (1898).

Digitized by Google

Le procédé consiste à introduire une boule de nacre entre la coquille et le manteau de la Méléagrine, Il faut avoir soin de choisir la région centrale de ce manteau qui seul sécrète une nacre lamelleuse de bonne qualité, les zones périphériques ne produisant qu'une mauvaise nacre hydratée ou périostracum (L. Boutan) (1). Si l'on introduisait le bouton de nacre à l'intérieur du corps de la Méléagrine, il se ne recouvrirait jamais de nacre et il est nécessaire qu'il soit au contact avec la face externe de l'epithélium palléal du manteau.

Ces demi-perles ne pouvaient naturellement être utilisées en joaillerie que pour un nombre restreint d'usages car il était nécessaire de dissimuler la partie du bouton de nacre non recouverte de cette « peau de perle ». Celle-ci était par ailleurs souvent mince et fragile, et c'est cette production de demi-perles cultivées qui a été la cause de la prévention qui a persisté dans l'opinion publique contre la perle « japonaise », même lorsque les producteurs ont réussi à obtenir des perles complètes.

Celles-ci n'ont fait leur apparition en France que durant ces dernières années (1921). Le procédé par lequel elles purent être obtenues a d'abord été décrit en détail par Lyster Jameson (2) puis par M. L. Boutan dans son bel ouvrage « *La Perle* » (3). Il exige une opération délicate qui ne peut être exécutée sans dommage que par d'habiles spécialistes. Il consiste à sacrifier une Méléagrine, à réséquer la partie convenable de l'épithélium palléal et à en constituer une sorte de sac dans lequel on enferme un noyau de nacre aseptisé. C'est ce sac que l'on introduit, au moyen d'instruments appropriés, dans le corps d'un autre mollusque. Il est possible de trouver dans le manteau de la méléagrine sacrifiée de quoi constituer au plus trois ou quatre sacs perliers. L'opération faite, les méléagrines « greffées » sont disposées dans des cages suspendues à des radeaux et soigneusement conservées jusqu'à grosseur convenable de la perle, ce qui demande plusieurs années.

L'écorce perlière que l'on obtient par ce procédé n'est pas toujours très adhérente au noyau et lorsqu'on scie une perle de ce genre celui-ci se détache souvent aisément. La perle complète ainsi obtenue est cependant d'une solidité équivalente à celle d'une perle naturelle dès que l'écorce atteint le tiers ou même le quart du rayon et elle en possède tous les caractères microscopiques de surface.

M. Mikimoto a même réussi à obtenir des perles complètes de culture ne renfermant aucun noyau de nacre (1) et, par conséquent, absolument indiscernables des perles naturelles. Le noyau peut en effet être constitué par un corps — tel qu'une gouttelette liquide — susceptible de se résorber dans le sac perlier une fois greffé. La durée de la culture sera alors égale au temps qu'aurait mis la méléagrine à sécréter accidentellement une perle de même taille. Pratiquement, les Japonais utilisent toujours des sphères de nacre afin d'obtenir des perles bien rondes contenant un noyau aussi peu discernable que possible.

(1) *C. R.*, t. 177, p. 1.147 (nov. 1923).
(2) *Nature*, p. 396 (mai 1921) et p. 620 (juillet 1921).
(3) L. Boutan, *La Perle*, 1 vol., 412 p., 167 fig., G. Doin, Paris (1925).

III. — LES PROCÉDÉS DE DIFFÉRENCIATION DES PERLES NATURELLES ET CULTIVÉES.

Dans ce paragraphe nous allons rapidement passer en revue les principaux procédés de différenciation qui, en dehors des rayons X, ont été proposés jusqu'ici pour distinguer les perles naturelles des perles complètes de culture.

1° *L'élasticité* des perles a été étudiée par L. Boutan (2) par la mesure de leur hauteur de rebondissement dans des conditions identiques de chute. Le résultat de ces mesures fut que les deux sortes de

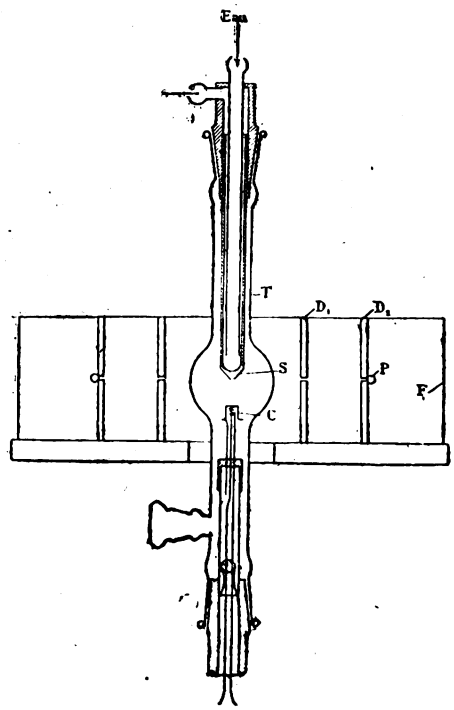


Fig. 16. — Tourelle et tube spécial pour l'analyse cristalline et l'examen des perles.

(1) L. Boutan., *C. R.*, p. 385 (août 1922).
(2) *Etude sur les perles fines et en particulier sur les nouvelles perles complètes de culture japonaise*, p. 57, 1921.

Digitized by Google

perles jouissaient sensiblement des mêmes propriétés élastiques. On peut en dire autant de la résistance à l'écrasement lorsque la couche perlière n'est pas anormalement mince.

2° La *densité* permettrait, en première approximation, de différencier les deux sortes de perles. La méthode consiste à immerger celles-ci dans un liquide ayant une densité telle que les perles naturelles flottent et que les perles cultivées tombent.

Nous trouvons à ce sujet dans la Revue « *La Perle* » (1) quelques indications relatives à la différenciation des perles naturelles du Vénézuela et des perles cultivées du Japon. Il résulte de mesures ayant porté sur quelques centaines d'échantillons que la densité des perles *saines* du Vénézuela oscille entre 2,50 et 2,73 tandis que celle des secondes varie de 2,73 à 2,78. La séparation peut être effectuée à 5 % près en faisant usage d'un mélange de tétrabromure d'acétylène (d=2,95) et de naphtalène monobromé (d=1,50) ayant une densité de 2,72 entre 15 et 20° C. L'auteur ne parle pas de la différenciation de perles ayant une autre origine.

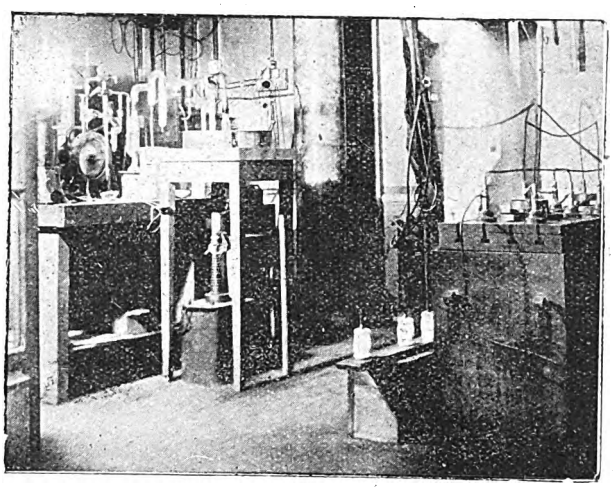


Fig. 17. — Appareillage spectrographique pour l'analyse cristalline et l'examen des perles au moyen des rayons X.

D'après Harley, la densité des perles naturelles serait cependant peu variable et comprise entre 2,65 et 2,68. La densité de l'aragonite est 2,93 et celle de la nacre est variable suivant sa qualité mais nécessairement inférieure. Supposons qu'elle ait la valeur maximum 2,80 et que celle de la matière perlière soit 2,66. Le calcul montre qu'une perle japonaise de 10 mm. de diamètre renfermant un noyau de nacre de 6 mm. aura une densité de 2,69, c'est-à-dire très peu supérieure à celle de la perle naturelle. D'après Boutan (*loc. cit.*) la densité ne peut constituer un critérium de différenciation.

3° Lorsque les perles sont percées, l'examen microscopique des parois du canal permet leur différenciation. Ce procédé, dû à MM. Galibourg et Ryziger (1), est d'une mise en œuvre délicate. La paroi est vue par réflexion sur un petit miroir sphérique (sphérule d'or, ménisque de mercure) déplaçable dans le canal. L'observation est compliquée par la déformation optique qui résulte de la réflexion sphérique et l'examen, qui est assez pénible, n'a pas permis au procédé de se généraliser.

4° On a proposé (Hopkins) de reconnaître les perles japonaises d'après la luminescence qu'elles offrent en lumière ultra-violette. L'examen s'effectue au moyen d'un filtre de Wood qui arrête la majeure partie du spectre visible. D'après cet auteur, seules les perles originaires des mers du Japon (cultivées ou naturelles) jouissent de cette propriété qui tient probablement à la présence d'une trace de phosphorogène (manganèse ou cuivre) dans la nacre.

C.-S. Fox (2) a montré que les perles du golfe Persique paraissaient opaques avec cet éclairage alors que les perles des mers du Japon offraient une opalescence translucide. A notre connaissance, aucun de ces procédés n'offre la généralité et la certitude que leurs auteurs paraissent leur attribuer.

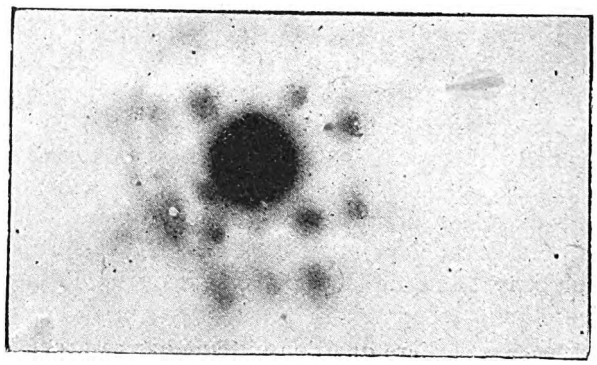


Fig 18. — Diagramme donné par un bouton de nacre irradié parallèlement aux feuillets.

5° L'*opacité* de la nacre, en lumière visible, étant très variable suivant la direction d'observation, on pouvait penser qu'avec un éclairage assez puissant par réflexion ou par transmission, les noyaux inclus dans les perles japonaises à faible écorce perlière pourraient être décelés directement. Ce procédé a été étudié et décrit par F.-E. Wright (3)

(1) *La Perle*, p. 1 (septembre 1925).

(1) C. R., t. 174, p. 1012 (1922).
(2) *Chemical News*, t. 125, p. 67 (1922).
(3) *Journ. Wash. Acad. Sc.*, t. 13, p. 2828 (juillet 1923).

Digitized by Google

qui a observé la transparence dans l'air et par immersion dans des liquides appropriés. La présence d'un noyau de nacre se reconnaîtrait à l'apparition de stries claires pour une orientation convenable de l'échantillon, les perles naturelles donnant, au contraire, une image dont la partie centrale serait plus opaque.

Ce procédé a été repris par B. Szilard (1) mais l'application en est malheureusement rendue difficile par la présence de noyaux secondaires dans de nombreuses perles naturelles. Au cours d'essais contrôlés par l'Office National des Recherches et Inventions et portant sur un lot de 16 perles examinées par cette méthode, un diagnostic exact ne put être formulé par son auteur que dans très peu de cas.

6° MM. F. Perrin et Chilowsky (2) ont enfin récemment décrit un procédé optique consistant à introduire dans le canal des perles percées une aiguille creuse munie de petits miroirs internes, l'un servant à irradier latéralement un point du canal par réflexion d'un faisceau lumineux axial et l'autre à déceler la réflexion dudit faisceau sur les couches concentriques internes. Cette méthode excellente en principe ne semble pourtant applicable que dans peu de cas, la plupart des perles naturelles ayant une structure centrale irrégulière et confuse et tout noyau secondaire excluant la possibilité de son emploi.

Il semble donc qu'aucun des procédés énumérés ci-dessus ne permette d'*affirmer* si l'on a affaire à une perle naturelle ou cultivée mais qu'ils sont cependant, à des degrés divers, susceptibles de fournir une probabilité intéressante. Nous allons voir, par contre, que le procédé basé sur l'examen du spectre Röntgen de diffraction offre la certitude et qu'il donne en outre des renseignements précis sur la structure nucléaire des perles naturelles.

IV. — LE PROCÉDÉ DU SPECTRE DE RAYONS X

On sait que la radioscopie et la radiographie sont basées sur les différences d'opacité présentées par les divers éléments chimiques pour les rayons X. L'absorption de ces radiations est tout d'abord un phénomène strictement *atomique*, c'est-à-dire qu'il est indépendant des conditions physiques et des liaisons chimiques. Par exemple, une même masse de fer exercera toujours la même absorption, que le métal soit fondu, solidifié, vaporisé, aimanté ou transformé en un quelconque sel minéral ou organique de fer, à n'importe quel degré d'oxydation, de réduction ou de complexité. De plus, cette absorption varie très vite en fonction de la densité et du poids atomique, étant sensiblement proportionnelle à la quatrième puissance de cette grandeur. Il en résulte que le radio-diagnostic est un réactif très sensible, à tel point que la radioscopie fut proposée dès 1901 par R. Dubois (1) pour reconnaître, dans les méléagrines fraîchement pêchées, la présence de perles sans qu'il soit nécessaire de sacrifier les mollusques. Ce procédé fut utilisé avec fruit dans une pêcherie de l'île d'Ipantivu (Ceylan).

Mais on conçoit que l'examen aux rayons X de perles naturelles et cultivées ne puisse les différencier, leur nature chimique étant identique et leurs densités trop voisines. On sait qu'au contraire la distinction des diamants vrais et faux est extrêmement facile par ce procédé, le carbone étant extrêmement transparent tandis que les matières vitreuses sont assez fortement opaques. Il est également probable que les *perles fausses* seraient aisément décelables à l'examen radioscopique telles que celles constituées par de minces sphères de verre intérieurement tapissées d'écailles et remplies de cire. Elles seraient en effet beaucoup plus transparentes que les vraies perles.

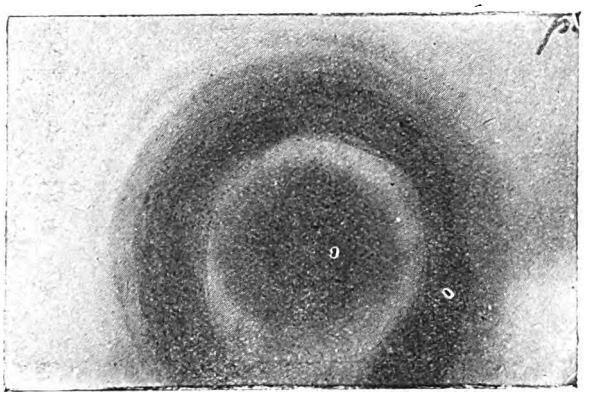


Fig. 19.— Diagramme donné par une perle accidentelle parfaite.

Mais les rayons X permettent, — grâce à de subtils phénomènes de diffraction qui furent prévus théoriquement en 1912 par v. Laue et vérifiés par Friedrich et Knipping — de déceler la *structure interne* des corps. Si l'on fait traverser à un faisceau intense de rayons X un liquide contenu dans une mince cuve transparente, on obtient, sur une plaque photographique disposée au delà, une tache centrale environnée de halos diffus dont les diamètres dépendent de la grosseur des particules matérielles diffusantes. Si l'on remplace le liquide par une poudre cristalline suffisamment fine, les halos font place à une série de cercles concentriques fort nets. Ce phénomène a été interprété par

(1) *Bull. Soc. Franç. Phys.*, p. 124 (21 nov. 1924).
(2) *C. R.* t. 181, p. 604 (octobre 1925).

(1) *Annales de l'Université de Lyon*, fasc. 9, p. 50.

Digitized by Google

W.L. Bragg sur la base de la « réflexion » cristalline. Suivant ce savant, les rayons X sont capables de subir une apparente réflexion optique simulée par la coordination des ondes secondaires diffusées par tous les atomes faisant partie d'un même plan de clivage. Un cristal traversé par les rayons donnera ainsi naissance à quelques rayons « réfléchis », par suite du petit nombre de plans atomiques de densité maxima que les rayons peuvent y rencontrer et la symétrie des « taches » obtenues (taches de Laue) reflétera celle de l'architecture interne du cristal. Dans une poudre cristalline, une multitude de semblables micro-cristaux sont orientés au hasard si bien qu'un faisceau parallèle de rayons monochromatiques, dont l'angle de réflexion θ est constant, y rencontrera toujours de nombreux cristaux offrant l'orientation voulue et les rayons réfléchis seront tous disposés sur la génératrice d'un cône d'angle égal à 2θ. La même figure serait obtenue au moyen d'une face cristalline courbe, comme une feuille de mica tronconique. M. Gouy a effectivement proposé de construire l'analogue de lentilles pour les rayons X en utilisant la réflexion sur la paroi interne d'un cylindre de mica d'axe parallèle à la direction des rayons. On peut ainsi obtenir un véritable foyer réel monochromatique de rayons Röntgen.

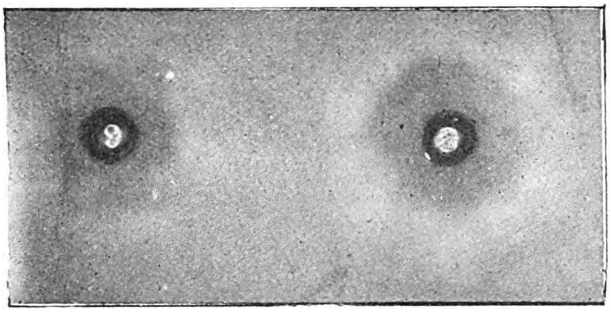


Fig. 20. — Perle japonaise.

Fig. 21. — Perle naturelle.

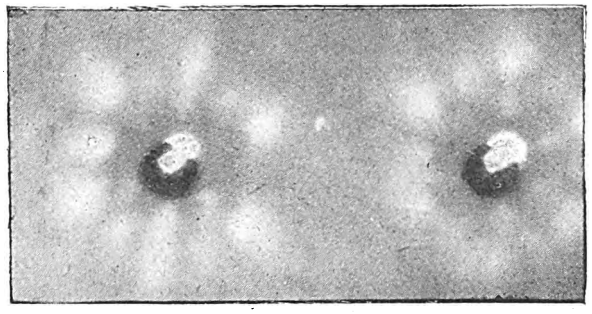


Fig. 22.

Fig. 23.

Perles naturelles à noyau secondaire.

L'analyse cristalline effectuée au moyen de ces rayons a pris peu à peu une très grande importance à la suite des travaux de Bragg, Hull, Debye, etc... Il est aujourd'hui possible d'identifier de nombreux corps minéraux ou organiques par la méthode des poudres et de tirer de précieuses informations de l'étude des figures de Laue données par les métaux purs ou les alliages lorsqu'ils sont soumis à des traitements physiques variés tels que le recuit, la trempe, le laminage, l'écrouissage, etc...

Il était donc indiqué d'étudier la nacre et les perles par ces méthodes en vue de les différencier, puisqu'il s'agit précisément ici d'orientations cristallines internes différentes. Il importe cependant de remarquer que les structures microscopiques de ces produits — c'est-à-dire celles dues au réseau de conchyoline — n'entrent pas ici en ligne de compte et que ce seront seuls les micro cristaux de carbonate de calcium qui pourront donner naissance à des spectres de rayons X. Les distances réticulaires décelables doivent toujours, en effet, en vertu de la loi de Bragg, être *à l'échelle* de la longueur d'onde utilisée. Celle-ci est d'autre part conditionnée par le pouvoir absorbant du carbonate de calcium. Elle doit être assez courte pour que les plus grosses perles puissent être traversées par le rayonnement. Le calcul montre que, pour obtenir un temps de pose raisonnable, il ne faut pas s'adresser à des radiations de longueur d'onde supérieure à 1/2 unité Angström. Nous avons utilisé les rayons caractéristiques K d'une anticathode d'argent qui sont émis avec une grande intensité au voisinage de 50.000 volts.

Ce choix offre, en outre, deux avantages importants : l'argent étant le plus conducteur de tous les éléments est celui qui permet la plus grande puissance surfacique en rayons cathodiques : environ 1 kilowatt par millimètre carré. De plus, la courte longueur d'onde utilisée permet l'usage de deux écrans renforçateurs au tungstate de calcium dont chacun multiplie environ par cinq l'impression photographique.

La nacre est cependant si absorbante qu'avec les plus grosses sphères examinées (1) (un centimètre de diamètre) les rayons K de l'argent étaient totalement absorbés et que la radiation utilisée n'offrait plus qu'un étroit spectre continu débutant à la longueur d'onde $\lambda = 0{,}3$ Å et présentant une longueur d'onde effective égale à $\lambda = 0{,}4$ Å. Dans ces conditions, une anticathode de tantale fournissait le même diagramme qu'une d'argent et il devient avanta-

(1) Nous sommes redevables à MM. Galibourg et Ryziger d'avoir pu entreprendre ces recherches grâce au prêt d'échantillons de nacre et de perles.

Digitized by Google

geux d'en utiliser une de platine ou mieux d'iridium (1).

La fig. 16 schématise l'appareillage que nous avons construit au « Laboratoire de Recherches Physiques sur les Rayons X » pour l'analyse cristalline et que nous avons utilisé pour l'étude de la nacre et des perles (2). Le tube démontable T est en silice. Il est muni d'une cathode Coolidge interchangeable C,

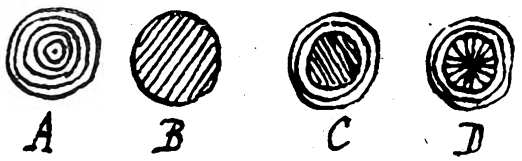


Fig. 24. — Schéma de coupes de nacre et de perles.

allumée par le transformateur visible sur la fig. 17, qui montre une photographie de l'ensemble. Cette cathode est portée au potentiel constant d'environ 45 kv. par la batterie de condensateurs, visibles au premier plan de la fig. 17. L'anticathode S est constituée par un cône d'argent soudé à une tubulure de cuivre refroidie par une circulation d'eau mise au sol. Le tube est évacué par un système de pompes à vide élevé (pompes de Gaede et de Langmuir) visibles sur la photographie. L'étanchéité absolue des joints rodés est obtenue en les scellant à la picéine (3)

Le tube est fixé dans l'axe d'une tourelle en plomb consistant en deux diaphragmes cylindriques D_1 et D_2 munis d'orifices circulaires de 2 mm. de diamètre convergeant vers le foyer. Ces diaphragmes délimitent ainsi une vingtaine de faisceaux de rayons X divergents sur le trajet de chacun desquels peut être fixée une perle P. Un film circulaire F à double émulsion, placé entre deux écrans renforçateurs, entoure le tout. Les rayons centraux rencontrent de petits disques de cuivre sur lesquels sont estampés des numéros correspondant à ceux des perles, si bien que chaque spectre se trouve automatiquement numéroté par radiographie ce qui prévient toute confusion. Le film, qui a plus d'un mètre de longueur, montre ainsi vingt analyses simultanées. Il serait naturellement possible d'accroître ce rendement grâce à la forme de l'anticathode et d'obtenir, par exemple, soixante analyses par film en utilisant trois étages d'orifices. Un tel dispositif est en cours de réalisation commerciale par les soins des Etablissements Gaiffe, Gallot et Pilon.

Les propriétés de l'anticathode conique — non encore utilisée jusqu'à ce jour — sont très intéressantes au point de vue de l'analyse cristalline. Supposons en effet que l'angle d'ouverture soit de 60° de manière qu'un faisceau cathodique cylindrique coaxial de 2 mm. de diamètre produise un foyer ayant, dans la direction d'utilisation, l'aspect d'un triangle équilatéral de 2 mm. de côté La surface focale apparente aura $\sqrt{3}=1{,}7$ mm² et sera *entièrement vue* au travers des deux diaphragmes D_1 et D_2. La surface utile du cône étant par ailleurs 2π mm². — au lieu de π pour le foyer circulaire plan équivalent — on voit que la puissance du tube est théoriquement doublée en même temps que l'aire focale demeure peu étendue. Or l'intensité du spectre ne dépend que de l'*éclat* de la source. Si l'on remarque que l'émergence rasante des rayons est évitée et que l'angle solide d'utilisation est considérablement amplifié on se rendra compte du bénéfice de cette disposition.

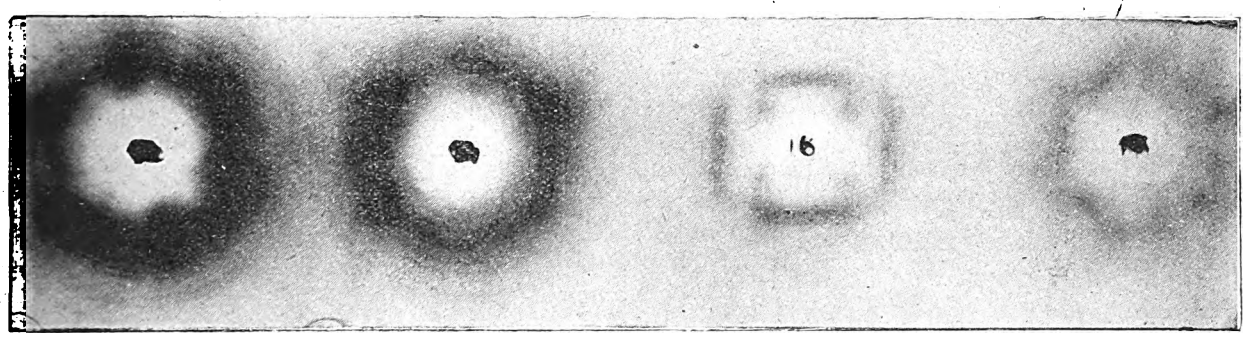


Fig. 25. — Fragment de film montrant les trois sortes de perles.

Ce tube peut aussi bien fonctionner avec une tension alternative qu'avec une tension constante, mais, à puissance moyenne égale, le temps de pose est trois fois plus court sous tension constante. De plus l'usure de l'anticathode est diminuée. Avec une intensité de 25 milliampères sous 40 kv. (1 kilowatt) la durée des poses ne dépasse pas une demi-heure.

(1) L'emploi d'une longueur d'onde plus courte, comme les rayons K du tungstène (0,2A) présenterait l'inconvénient d'une tension d'utilisation élevée (100 kv.) et d'une dispersion moitié moindre.

(2) *Bull., Soc Franç. Électr.*, 4e série, t. V (mars 1925).

(3) Pour les détails de cette technique voir notre ouvrage *La Technique des rayons X*.

Digitized by Google

Description des spectres. — Supposons qu'une sphère de nacre soit disposée en P de telle sorte que les feuillets soient orientés parallèlement à la direction des rayons. Dans ces conditions on obtient (1) une figure du type de celle représentée ci-contre (fig. 18). Elle montre de nombreux spots disposés selon une symétrie rectangulaire dont les quatre plus voisins du centre peuvent se confondre deux à deux par rotation de la sphère. Lorsque les feuillets sont orientés normalement aux rayons les taches sont moins nombreuses, plus diffuses et leur symétrie est hexagonale. L'étude quantitative de ces figures a été poursuivie par J.-H. Shaxby (2) qui a montré qu'elles étaient dues à des cristaux d'aragonite mâclés selon une symétrie pseudo-hexagonale et orientés normalement aux feuillets de la nacre. Ses mesures concordent exactement avec celles de W.-L. Bragg (3) effectuées sur des cristaux d'aragonite. A titre d'exemple, les mesures reproduites dans le tableau ci-dessous montrent l'excellent accord réalisé entre la théorie et l'observation, pour l'angle polaire Φ des spots et la distance réticulaire d (en Angström) correspondante (λeff = 0,4 Å) pour des rayons parallèles aux feuillets :

Angle Φ en degrés		Distance réticulaire d en Angstrom	
observé	calculé	observé	calculé
0	0	2,42	2,49
22,5	23,4	2,26	2,26
38	40,9	3,53	3,38
59	60,0	2,41	2,47
68	68,9	1,76	1,77
90	90	2,90	2,86

Les perles naturelles parfaites nous ont, au contraire, fourni des figures bien différentes, ne présentant plus aucun spot et uniquement de nombreux anneaux concentriques parfois fort réguliers et fort nets (voy. fig. 19).

Ces cercles, qui sont équidistants, débutent beaucoup plus loin du centre que ne le font les spots de la nacre. Ils ne sont dus qu'aux derniers millimètres d'écorce perlière traversée par les rayons. On obtient, en effet, la même figure avec une perle compète ou un fragment d'écorce traversé dans le sens centripète ou centrifuge. Si la perle est pulvérisée finement et la poudre agglomérée en une sphère les cercles disparaissent et font place à un halo diffus.

Les perles cultivées montrent à la fois la figure à symétrie binaire de la nacre (voy. fig. 20) et les anneaux de la perle naturelle, lorsque l'écorce est suffisamment épaisse. L'écartement des spots de la figure précédente montre ainsi que le noyau de nacre a été attaqué, par hasard, presque parallèlement aux feuillets. Lorsque l'incidence ne dépasse pas 45° la symétrie des quatres pots centraux caractéristiques est quaternaire. Pour une certaine incidence ces spots peuvent se confondre deux à deux.

L'examen de nombreuses perles naturelles nous a en outre montré que l'on obtenait parfois avec celles-ci de nombreux spots présentant toujours une symétrie hexagonale, quelle que soit l'orientation (voy. fig. 21). La section de ces échantillons a montré qu'ils renfermaient un noyau secondaire à structure radiale qui n'est ni de la *nacre* ni de *l'écorce perlière*. Lorsque ce noyau est du même ordre de grosseur que celui d'une perle cultivée, il apparaît deux séries de spots (fig. 22 et 23) concentriques selon deux hexagones semblables et semblablement orientés. Lorsqu'au contraire cette structure centrale est à peine existante, les spots centraux disparaissent et il n'apparaît qu'une vague ceinture hexagonale de spots (voy. fig. 21) correspondant au plus grand hexagone. Les diamètres de ces figures ne peuvent les faire confondre avec celle donnée par la nacre sous l'incidence normale. Une seconde pose effectuée après rotation de l'échantillon lèverait d'ailleurs toute incertitude à cet égard.

La méthode de différenciation par le spectre Röntgen permet donc ainsi, non seulement de reconnaître immédiatement les perles cultivées, mais encore d'établir une différenciation entre deux catégories de perles naturelles jusqu'ici confondues : celles qui, parfaites, ont une structure en oignon depuis le centre jusqu'à la périphérie, et celles, imparfaites, qui, au même titre que les perles cultivées, renferment un noyau n'ayant pas les qualités de la matière perlière. Il n'est pas douteux qu'à noyau égal et à qualité de surface identique, les perles naturelles de cette catégorie et les perles japonaises doivent être considérées comme étant de même valeur, celle-ci pouvant être inférieure à celle de la perle parfaite. L'usure de l'écorce et la possibilité de renouvellement de la surface en les pelant sont en effet également limités dans les deux cas par la minceur de l'écorce.

En résumé, les spectres que l'on obtient par notre méthode peuvent se classer en quatre catégories distinctes :

1° Un système d'anneaux concentriques et équidistants sans aucun spot caractérisant la structure schématisée en A sur la fig. 24.

2° Un système de spots, selon une symétrie en général binaire, et sans aucun anneau, caractérisant la nacre (B).

3° Le même système de spots accompagné

(1) C. R., t. 179, p. 819 (octobre 1924).

(2) C. R., t. 179, p. 1601 (décembre 1924) et *Phil. Mag.*, t. 69, p. 1201 (juin 1925).

(3) *Proc. Roy. Soc.*, t. 55, p. 16 (1924).

Digitized by Google

d'anneaux plus ou moins apparents et nombreux, caractérisant les perles japonaises de culture.

4° Un système de spots, simple ou double, affectant une symétrie hexagonale accompagné d'anneaux, caractérisant la présence d'un noyau secondaire ou d'une structure en « perle bleue ».

La valeur de la nouvelle méthode a été établie par des essais contrôlés par l'Office National des Recherches et Inventions portant sur des lots de perles offerts par M. Pohl, l'importateur en France des perles Mikimoto. Les perles ont toutes été sciées après examen et procès-verbal fut dressé des résultats obtenus. Ceux-ci seront publiés en détail dans le Bulletin de l'Office ainsi que les photographies des spectres, des coupes et des micro photographies obtenues. Disons seulement ici que sur un lot de 16 perles particulièrement difficiles soumises à notre examen (8 perles japonaises et 8 perles naturelles) nous avons pu formuler un diagnostic exact dans 15 cas. Le seizième, pour lequel le cliché était mauvais et douteux, aurait certainement pu être distingué par une seconde pose effectuée selon une incidence différente.

De nombreux examens effectués dans la suite ont montré que tous les clichés obtenus pouvaient se classer dans les trois catégories énumérées ci-dessus. La fig. 25 représente un fragment de film fort typique à cet égard que le lecteur interprétera lui-même aisément, réalisant immédiatement ainsi une expertise réservée jusqu'alors à quelques rares professionnels bien souvent eux-mêmes incapables de formuler un diagnostic certain.

A. Dauvillier.

REVUE COLONIALE

LA FORÊT COLONIALE ET LES BOIS COLONIAUX (1)

(suite)

III. — Utilisation des bois coloniaux dans les industries chimiques

L'utilisation de chacune de nos espèces de bois coloniaux par traitement chimique n'a pour ainsi dire pas encore été pratiquement réalisée en grand dans l'industrie, et ce fait peut être attribué en grande partie au manque d'homogénéité des forêts tropicales. Des centaines d'essences croissent, en effet, mélangées pied à pied, les unes dominant plus ou moins à tel endroit tandis que dans les parcelles voisines les essences dominantes ne sont plus les mêmes. Les essences les plus dures et les plus denses voisinent avec les plus tendres et toute la gamme des essences intermédiaires. Il est rare de rencontrer des peuplements formés d'une essence déterminée ou même d'un ensemble d'essences ayant approximativement les mêmes propriétés et les mêmes emplois industriels. Or, pour beaucoup d'industries chimiques, celle de la pâte à papier notamment, il importe précisément, pour obtenir un prix de revient assez bas de la matière première, de pouvoir exploiter sur un espace restreint un fort tonnage de bois, sinon d'une même essence, du moins d'un très petit nombre d'essences susceptibles de donner, par un traitement identique, des rendements intéressants. C'est ce qui explique qu'une mission d'industriels qui s'était rendue à la Côte d'Ivoire en 1921-1922 pour étudier l'installation d'usines pour la fabrication de pâte à papier, avait conclu, si ces usines devaient être montées, à la nécessité absolue de procéder, dans leur voisinage immédiat, à des régénérations naturelles de parasolier et de fromager, ou même à des semis et plantations artificielles d'espèces analogues, l'exploitation des peuplements naturels de ces essences, trop disséminées, ne pouvant (même dans la zone des lagunes où le flottage des bois vers l'usine est cependant facile et peu coûteux), permettre d'obtenir la pâte à papier à des prix pouvant concurrencer en France les pâtes de provenance étrangère.

Cet exemple montre mieux qu'un long exposé la tâche à accomplir pour aménager nos forêts coloniales, éliminer progressivement les essences difficilement utilisables par l'industrie et tendre à obtenir, suivant les régions, la nature du sol et les essences dominantes, des peuplements aussi homogènes que possible, dont l'exploitation sera infiniment plus économique que les coupes sporadiques auxquelles on est obligé de recourir actuellement pour satisfaire quelques industries spécialisées.

***

L'exploitation des bois coloniaux en vue de leur utilisation dans l'industrie par traitement chimique est donc encore très peu développée, Que de possibilités cependant se font jour peu à peu. Que d'espoirs peuvent être fondés sur ces réservoirs considérables de matière première que contiennent les forêts de nos colonies.

Passons rapidement en revue ce qui a déjà été réalisé à ce point de vue et ce qui peut l'être dans un avenir très prochain :

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 9 janvier 1926.

Digitized by Google

Matières tinctoriales. — Il n'y a guère lieu de citer que l'exportation annuelle, par nos colonies des Antilles, d'un millier de tonnes environ de bois de campêche. Notre pays qui en consomme à lui seul de 20 à 30.000 tonnes, doit s'adresser pour le complément à l'Amérique centrale. Le campêchier pourrait être assez facilement répandu dans nos autres colonies, notamment en Afrique Occidentale et à Madagascar, où des essais d'acclimatement, entrepris avant la guerre, ont été satisfaisants. L'exportation de padouk, ou bois corail du Gabon, autrefois très active, a beaucoup diminué depuis les transformations récentes de l'industrie des matières premières colorantes.

Matières tannantes. — Étant donné le prix des frets, il n'est possible d'importer de nos colonies, à défaut d'extraits obtenus sur place, que des produits bruts très riches en tannins. C'est le cas pour les écorces de palétuviers et pour une gousse fournie par un arbre de la famille des légumineuses mimosées du Sénégal, le gonakié, gousse qui contient jusqu'à 40 % de tannin.

Les écorces de palétuviers sont exploitées à Madagascar et donnent lieu à des exportations intéressantes (9.792 tonnes en 1924); elles pourraient être exploitées également au Cameroun et au Gabon où les peuplements de palétuviers sont assez importants. Quant aux gousses de gonakié, il en a été exporté de 1.000 à 1.500 tonnes en 1921 et 1922. On recherche en ce moment pourquoi les achats ont été ralentis.

Carbonisation et produits de distillation. — Un peu partout dans nos colonies, les indigènes fabriquent en meules forestières du charbon de bois, pour leurs besoins personnels ou pour la vente au commerce. Pour la distillation du bois en vase clos, nous pouvons citer actuellement l'installation de Bienhoa (Indochine), organisée pour produire quotidiennement 12 à 15 tonnes de charbon de bois et surtout pour tirer parti des sous-produits (acétone, alcool, goudron, etc...). Pendant la guerre, l'usine a envoyé en France de l'acétone, mais actuellement toute la production en charbon et en pyroligneux est écoulée sur place.

La fabrication du charbon de bois pourra prendre un développement subit dans certaines de nos colonies, du fait de la mise au point de véhicules automobiles fonctionnant à l'aide de gazogènes. L'utilisation de fours mobiles à carboniser (1) facilitera beaucoup cet essor et permettra d'obtenir des rendements élevés sans nécessiter, fait très important pour les colonies, de main-d'œuvre spécialisée comme pour la carbonisation en meules qui exige des charbonniers expérimentés.

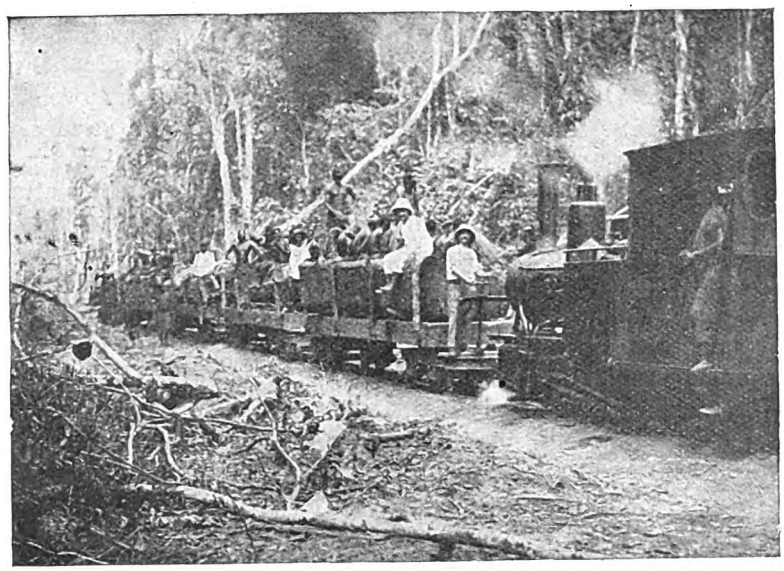


Fig. 26. — Transport des bois sur Decauville (*Cliche C.F. A. F.*).

Il serait, d'autre part, à désirer, pour nos aménagements de forêts, que s'installent dans nos colonies forestières de nombreuses usines de distillation, qui tireraient parti de tous les déchets, de toutes les essences abandonnées ou dédaignées par les exploitants et dont la présence fait obstacle à la régénération de la forêt en espèces de choix.

Pâte à papier. — De nombreuses essences coloniales ont été étudiées pratiquement en vue de leur

(1) Les fours Delhommeau, à Cléré (Indre-et-Loire), constituent actuellement l'appareil le plus pratique pour la carbonisation en fours mobiles dans nos colonies.

Digitized by Google

utilisation pour la fabrication de la pâte à papier ; comme nous l'avons dit plus haut, l'industrie ne s'est pas encore appliquée à l'utilisation en grand de nos matières papetières coloniales, si l'on en excepte l'alfa et le bambou.

Sauf en Indochine où ont été installées, en 1917, deux usines pouvant produire respectivement 150 sérieuse et une belle opération pour l'assainissement de notre change.

IV. — Aménagement de nos massifs forestiers coloniaux

Jusqu'à présent, on connaît mal les arbres de nos colonies, on n'est pas bien fixé sur les conditions

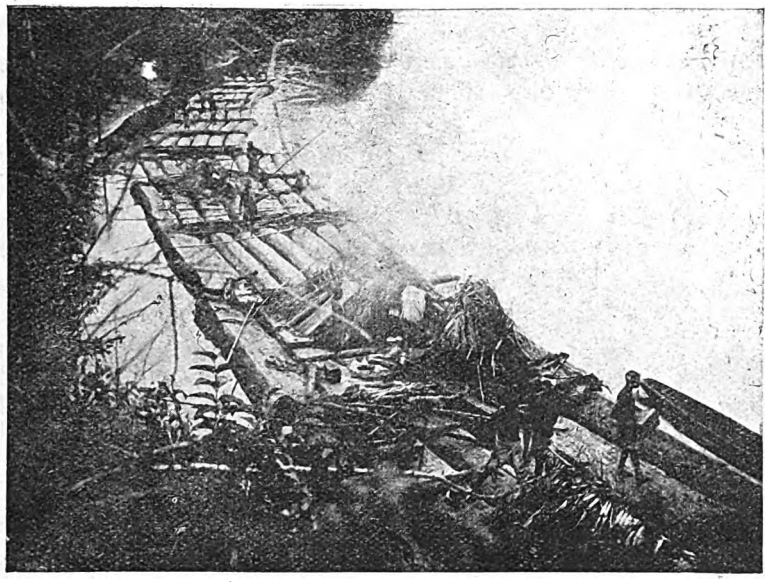


Fig. 27. — Arrivée d'un radeau de bois (*Cliché C. F. A. F.*).

et 250 tonnes de papier par mois et qui utilisent surtout le bambou, aucune exploitation des peuplements sylvestres de nos colonies n'a encore eu lieu pour la papeterie. Nous en avons, plus haut, exposé la raison principale qui réside dans l'hétérogénéité de ces peuplements. Nul doute cependant que les difficultés signalées puissent être surmontées assez facilement et qu'on puisse obtenir, en très peu d'années, avec la puissance de végétation que l'on observe dans la forêt équatoriale, des massifs homogènes d'essences tendres et riches en cellulose (1), donnant toute satisfaction pour l'industrie dont il s'agit.

La question est d'importance. Nous importons bon an mal an, pour plus de 300 millions de francs de pâtes de bois, chimiques ou mécaniques, de l'étranger. Fabriquer ces pâtes de bois dans nos colonies, nous ferait donc réaliser une économie qui régissent leurs associations. Un service forestier existe en Indochine depuis plusieurs années déjà, aussi possède-t-on pour cette région plusieurs observations, mais le service s'occupe surtout des taxes et redevances. Partout ailleurs, nous n'avions pas de techniciens spécialisés. Pour en recruter dans nos grandes écoles, il a fallu leur faire établir un statut, puis attendre la sortie des écoles des premiers recrutés, de sorte que nos premiers forestiers sont en Afrique Occidentale et Équatoriale depuis quelques mois à peine, munis d'instructions techniques complètes et sachant bien ce qu'il faut observer, mais aux prises avec les premières difficultés administratives qui absorberont malheureusement la meilleure partie de leurs efforts.

Nos exploitants coloniaux ignorent en ce moment comment la forêt vit, se perpétue et se transforme, et ne cherchent d'ailleurs pas à le savoir. Ils ne songent qu'à donner satisfaction à leur intérêt immédiat, couper des arbres sans souci du lendemain. Les forêts coloniales sont immenses et peuvent paraître inépuisables. Et cependant le danger est là, plus menaçant de jour en jour dans ces colonies où l'exploitation croissante des produits forestiers amènera d'une façon certaine l'épuisement des forêts en espèces précieuses.

(1) Le parasolier, déjà abondant à la Côte d'Ivoire, au Cameroun et au Gabon, a retenu particulièrement l'attention des industriels. Il croît avec une rapidité prodigieuse et il serait facile d'aménager autour d'une usine des superficies uniquement peuplées de cette essence et dont les coupes pourraient avoir lieu tous les quatre ou cinq ans. C'est pour en signaler l'intérêt qu'une nouvelle notice sur le parasolier et son emploi en papeterie va paraître incessamment sur papier fabriqué avec cette essence.

Digitized by Google

Tel est le premier danger qui menace nos forêts coloniales, presque toujours composées d'espèces mêlées pied à pied. A force de couper toujours les mêmes espèces, qui sont les meilleures, on écrème les massifs qui se referment sans permettre le développement des jeunes sujets à croissance lente.

La seconde phase de destruction intervient ensuite, la forêt riche une fois transformée en brousse inutilisable est brûlée ou anéantie à la première occasion, car on trouve inutile de respecter cet objet sans valeur bientôt remplacé par le désert et non par l'agriculture qui manque de bras aux colonies encore plus qu'en France.

Un deuxième danger encore plus grave pour nos forêts coloniales provient des cultures mouvantes des indigènes. Un village de 200 Noirs maintient à l'état de brousse sans valeur plusieurs dizaines de milliers d'hectares par le procédé suivant : ne fumant pas et cultivant mal sa terre l'indigène déplace périodiquement ses cultures et recherche toujours les sols boisés où il est certain de trouver un peu d'humus. Plutôt que de lutter longtemps contre les recrus forestiers qui étoufferaient ses cultures, il préfère défricher sans cesse de nouveaux massifs toujours choisis parmi les plus propres, c'est-à-dire les plus beaux.

Ces massifs ne sont pas respectés davantage par les feux de brousse allumés chaque année on ne sait comment (principalement par les chasseurs).

On peut ajouter à ces causes de disparition des bois, les déprédations commises autour des agglomérations de quelque importance pour le ravitaillement des populations en bois de feu, et celles beaucoup plus graves commises dans les régions sahéliennes par les pasteurs qui nourrissent leurs troupeaux avec les feuilles d'arbres et d'arbustes. Il faut cependant que ces peuples pasteurs puissent vivre.

Nous venons de passer en revue les principaux ennemis de la végétation forestière qui semble toujours opposée aux entreprises humaines.

Nous savons pourtant que les forêts sont les victimes *des civilisations mal comprises*, que la destruction des forêts est le signe précurseur de la décadence des nations (Baudrillart), que la vie des hommes est attachée à celle des arbres (Tassy), que les peuples soignant leurs forêts sont des peuples en progrès (Guinier).

Nous devons donc chercher et trouver les bases d'une bonne politique forestière coloniale.

On a donné au Canada et aux États-Unis et on donne encore de grandes concessions, soit par adjudication, soit par marché de gré à gré, mais l'administration renseigne toujours les concessionnaires éventuels assez exactement sur la nature et la quantité des bois à exploiter, sur les chemins de vidange existants, sur les ressources locales. Le service forestier délimite les coupes et les concessions, non pas au hasard par des lignes droites, mais de façon que toute la région desservie par une même voie de vidange soit concédée au même exploitant. Il construit même parfois des voies ferrées ou des canaux servant de collecteurs, et il oblige les concessionnaires à se raccorder à la voie principale par des tronçons ou des embranchements particuliers.

Ce sont là des travaux définitifs, qui incombent

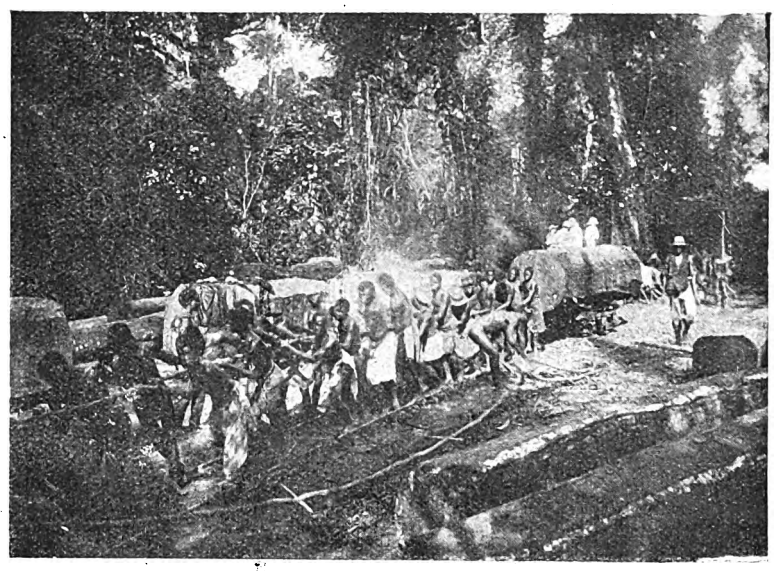


Fig. 28. — Débardage des bois au Cameroun (*Cliché Sect. phot. de l'Armée*).

Digitized by Google

au propriétaire de la forêt, intéressé à une mise en valeur générale ; tandis que les concessionnaires éventuels reculent devant les frais de missions et de reconnaissances lointaines, hésitent à étudier seuls de grands travaux d'ensemble et délaissent finalement nos forêts coloniales pour d'autres massifs moins inconnus et mieux aménagés.

déjà surchargés, pour des territoires immenses, de besognes très variées.

Il faut donc connaître nos forêts et avoir un personnel chargé de les étudier.

Un effort financier a été obtenu des colonies pour recruter à l'École de Nancy des agents destinés spécialement aux cadres coloniaux. Le Minis-

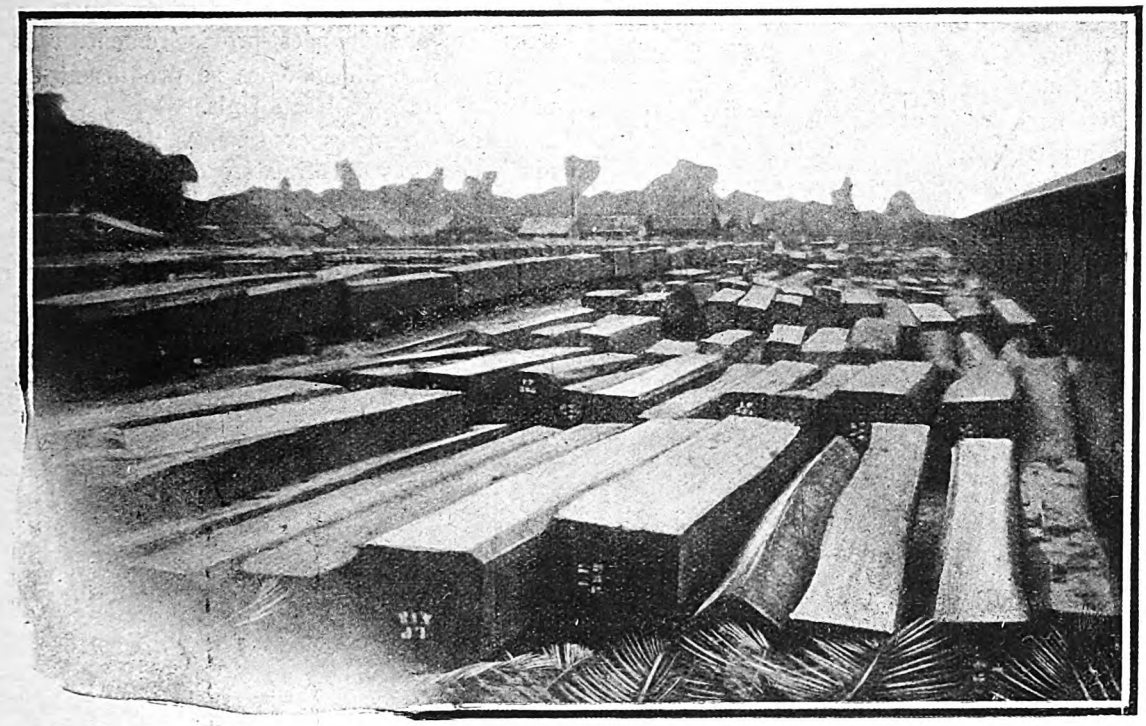


Fig. 29. — Acajous en billes équarries dans les parcs de Grand Bassam (*Cliché C. F. A. F.*).

Il faut donc que dans nos colonies des services forestiers locaux, composés de véritables techniciens, aménagent la forêt, sans doute avec le but plus ou moins éloigné d'assurer la régénération des bonnes espèces, mais surtout en vue de l'organisation immédiate de l'exploitation du bois d'œuvre, qui est presque impossible avec le système actuel de recherches individuelles.

Si des prospections méthodiques ne sont pas tout à fait indispensables pour couper l'acajou et l'okoumé seulement, il n'en est pas de même pour une exploitation de bois d'œuvre. Les coupeurs qui tentent actuellement d'exploiter les bois d'œuvre au hasard des rencontres dans les peuplements équatoriaux très hétérogènes, ressemblent à une équipe d'ouvriers qui, à chaque besoin nouveau, iraient chacun à son tour chercher des clous et des vis à même un tas de ferrailles non classées. Il faut donc une exploitation méthodique. Il serait enfantin de croire que les cartes forestières peuvent être dressées sans effort par les cadres administratifs de nos colonies,

tère des Colonies leur fait donner par la Section Technique des Bois Coloniaux, pendant le stage forestier postscolaire désormais obligatoire, à Nogent-sur-Marne, un enseignement spécialisé et surtout un programme d'action qui, jusqu'à présent, faisait défaut aux quelques forestiers partant aux colonies.

Voici les grandes lignes de ce programmes qui a été arrêté après étude détaillée de la sylviculture aux Indes.

La politique forestière dans l'Inde a suivi toutes les phases initiales de notre politique forestière coloniale et nous avons le plus grand intérêt à profiter de l'expérience des Anglais, sans pour cela copier servilement leur méthodes.

A l'origine, les forêts hindoues parurent inépuisables et furent livrées aux défrichements des indigènes et aux exploitations sans contrôle et sans directives des firmes concessionnaires. En vingt ans, le teck disparut complètement de la province de Tenasserim et se raréfia beaucoup dans

Digitized by Google

les autres cantons accessibles. A force de couper toujours les essences précieuses on s'aperçut que si l'on continuait à écrémer les forêts équatoriales hétérogènes, cette *Mine de l'air*, en apparence inépuisable, n'aurait bientôt plus que des minerais trop pauvres pour être réalisés, les pièces de valeur étant trop disséminées. On arrive ainsi très vite à l'épuisement, en bonnes espèces, de toutes les régions accessibles, et par conséquent à l'avortement de toutes les entreprises forestières d'une certaine envergure et d'une certaine durée.

D'autre part, les incendies périodiques pratiqués pour la mise en culture par les indigènes détruisirent peu à peu la brousse elle-même. Les ravages des inondations et les exagérations de la sécheresse commencèrent aussitôt.

Après cinquante ans d'hésitation, les Anglais (trompés cependant par le climat spécial des Iles Britanniques où l'humidité favorise le gazonnement qui atténue les inconvénients de la déforestation) durent se rendre à l'évidence. Le bois manquait déjà dans les Indes pour les usages locaux et des régions entières étaient frappées de stérilité.

Un demi-siècle de colonisation avait suffi pour que la régression des forêts constitue un danger grave.

Le Gouvernement des Indes organisa aussitôt un service forestier important, avec des stations d'expérience, des écoles forestières et des séries aménagées.

La reconnaissance des forêts très activement entreprise aboutit au classement des massifs en :

Reserved Forests : Forêts où les droits d'usages des riverains sont rigoureusement limités et réglementés en vue d'une extinction prochaine, où les coupes sont régulièrement prévues.

Protected Forests : Forêts où l'usage des riverains est enregistré sans être fixé définitivement.

Unclassed Forests : Forêts non encore reconnues, ou abandonnées provisoirement.

Les mêmes phénomènes se produisent dans le même ordre aux États-Unis.

Instruite par ces expériences, la Section Technique des Bois du Ministère des Colonies organise donc des services forestiers coloniaux dont le rôle sera double :

1° Assurer la protection et la régénération de la forêt ;

2° En diriger l'exploitation judicieuse et lucrative.

Le plan d'action qu'il y a lieu d'adopter comprend trois sortes de travaux :

a) *Étude botanique et sylvicole des essences locales.*

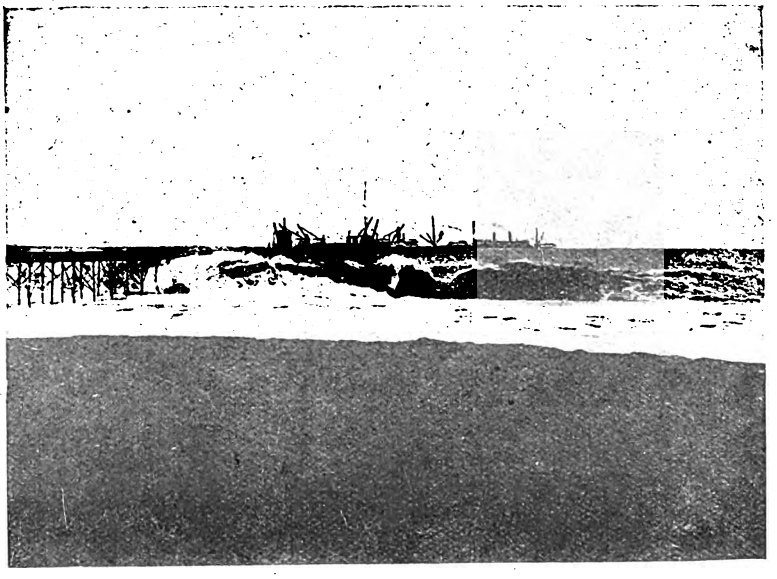


Fig. 30. — La barre à Grand Bassam (*Cliché Métayer*).

b) *Étude technologique et utilisation industrielle des bois.*

c) *Service de gestion des forêts* : Reconnaissance, classement, exploitation, coupes et opérations de sylviculture pour assurer la régénération, reboisement.

a) *L'étude botanique des essences* est déjà avancée ; il faut la continuer dans un sens plus forestier et plus industriel.

Digitized by Google

L'étude sylvicole est embryonnaire, il y aura lieu de rechercher le tempérament, les conditions d'habitat et de croissance des diverses essences. Des stations d'expériences devront être créées : elles comprendront des séries d'exploitation et des pépinières.

b) *L'étude de l'utilisation industrielle* des bois se poursuit actuellement en France sous la direction du conseiller technique du Ministère en relation avec les usines spécialisées dont l'outillage est indispensable ; mais les recherches doivent continuer sur place aux colonies et les services forestiers locaux doivent alimenter en échantillons la Station d'Essais du Ministère.

c) *La gestion de la forêt* comprend tout d'abord :

1° *Des reconnaissances géographiques* afin de choisir les massifs à conserver en nature de forêts et qui constitueront les *forêts soumises au régime forestier* (Reserved et Protected Forests de l'Inde) dont l'étendue doit comprendre environ 35 à 40 % du territoire total de chaque colonie, afin d'assurer le bon équilibre du climat, le maintien de la fertilité des cultures et le régime normal des fleuves.

Dans la grande Sylve équatoriale, l'état boisé apparaît à l'origine comme un obstacle à la colonisation et il est nécessaire de faire reculer les arbres pour installer les cultures.

Il faut cependant distinguer entre l'utopie et les réalisations possibles. Ce n'est pas avec deux ou trois habitants au kilomètre carré que l'on peut avoir la prétention de cultiver le sol entier d'une colonie où l'on aurait supprimé la seule culture extensive non épuisante et reconnue possible avec un minimum de travail humain, c'est-à-dire « la Forêt ». On doit proportionner les défrichements aux ressources disponibles en main-d'œuvre, sinon ce n'est pas l'agriculture, c'est le désert qui s'installera sur la forêt détruite.

Pour le choix des massifs à soumettre au régime forestier, il y aura lieu de se baser sur les besoins réels de l'agriculture, sur la fréquence des essences précieuses, sur l'utilité du boisement de certains

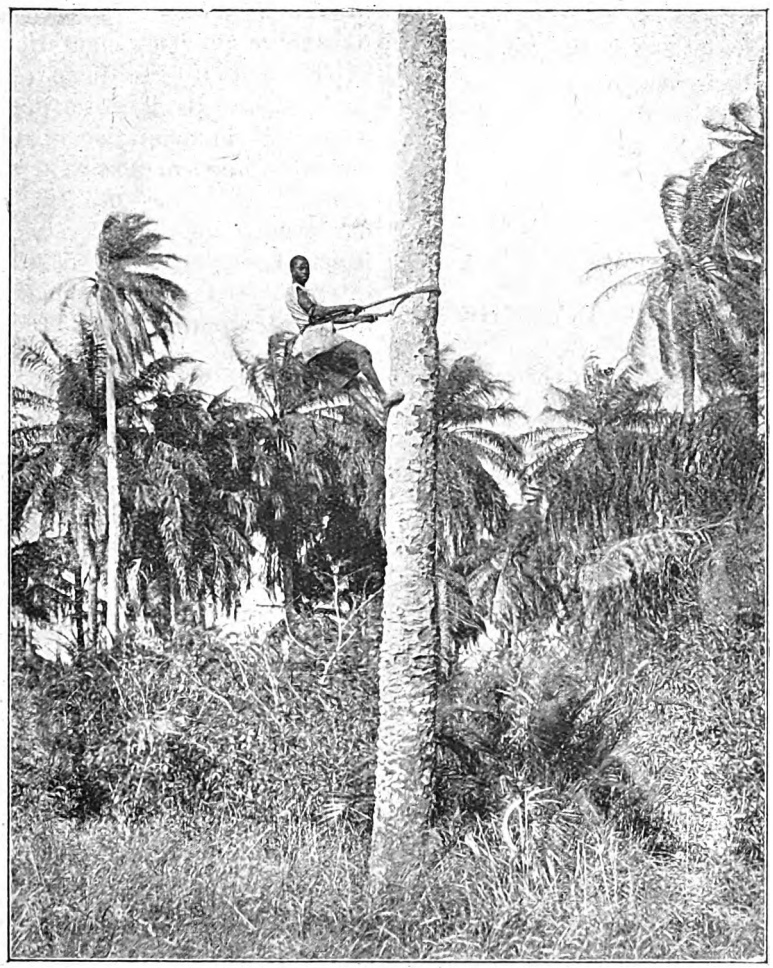


Fig. 31. — La récolte du vin de palme.

Digitized by Google

cantons mieux placés pour le ravitaillement en bois, pour la conservation du régime hydrologique, etc...

2° *La délimitation et le bornage effectifs* de ces forêts réservées suivra les reconnaissances cartographiques.

3° *La réglementation des exploitations* et des concessions accordées dans ces réserves, nécessitera ensuite des prospections détaillées, une évaluation de la « possibilité », ou de la capacité de production annuelle dont on autorisera la réalisation en marquant effectivement les arbres à abattre.

« Conserver les forêts ne veut pas dire s'abstenir de les exploiter, mais les perpétuer en les exploitant avec sagesse et de telle sorte que le massif se repeuple en jeunes arbres » (1).

4° *La réglementation extensive des forêts non réservées* prévoira cependant le maintien ou la régénération de l'état boisé, jusqu'à ce que l'agriculture soit en mesure d'assurer progressivement la mise en valeur de chaque canton.

5° Enfin des *reboisements* seront entrepris sur une vaste échelle dans toutes les régions à régime désertique.

La question des boisements ou plantations artificiels mérite une courte observation.

Le prétexte de futurs reboisements artificiels a déjà servi trop souvent dans nos, colonies et notamment à Madagascar, à déguiser le vandalisme de certains concessionnaires qui prétendaient installer des forêts plantées en essences de choix à la place des massifs existants trop hétérogènes. Les massifs naturels furent très vite anéantis sans aucune réserve, mais les plantations substituées aux forêts sont très peu étendues.

La *replantation artificielle* et *générale* des forêts peut être considérée comme une utopie dangereuse, ne devant trouver son application que dans certains cas particuliers.

Qu'on ne vienne pas nous opposer le reboisement entièrement artificiel des dunes et landes de Gascogne, des dunes de Roumanie ou de la Baltique, où la concurrence végétale d'autres espèces existait à peine. On pourrait peut-être citer l'exemple de la Rhénanie où en cinquante ans on a remplacé les taillis de hêtres et de charmes par de belles plantations d'épicées, mais il s'agit d'une région surpeuplée avec 200 habitants en moyenne au kilomètre carré. Comment entreprendrait-on les mêmes travaux dans notre Afrique Occidentale qui a 3 habitants en moyenne au kilomètre carré et moins encore dans les régions boisées!

Lorsque des concessionnaires prétendent faire des tentatives de repeuplement forestier, il faut leur concéder dans ce but des terrains presque nus en bordure de forêt et pour leur permettre d'attendre que leurs plantations soient en rapport et leur garantir un juste revenu provisoire des capitaux investis, il est fort logique de leur accorder un permis d'exploitation régulier, portant sur une parcelle forestière voisine à exploiter rationnellement. Il n'est pas prudent de sacrifier d'abord entièrement une belle forêt, qu'on aurait pu facilement exploiter avec fruit, en assurant sa régénération et son enrichissement par semis naturels et par des nettoiements et éclaircies assurant la prédominance des bonnes espèces.

En résumé, les boisements artificiels qui doivent être l'exception dans l'intérieur des massifs existants, sont, au contraire, à prévoir sur une grande échelle et sont tout à fait indiqués en marge des forêts et dans les régions où la déforestation exagérée a rompu l'équilibre des éléments déterminants du climat et de l'hydrographie, mettant en péril l'avenir agricole du pays (Sénégal, par exemple). Ces boisements s'imposent aujourd'hui du fait de l'imprévoyance de nos devanciers. Le prix élevé de tels travaux fera réfléchir, il faut l'espérer, aux fâcheuses conséquences d'un mauvais aménagement des forêts auxquelles il est bien préférable d'appliquer des règlements appropriés (citons pour mémoire le projet de réglementation forestière coloniale en douze points, déjà publié dans la revue *Colonies et Marine* en janvier 1920, sous le titre : Mission Forestière Coloniale, par A. Bertin). Et précisons bien que les plantations artificielles, excellentes dans certains cas, ne sont pas du tout bannies de cette réglementation, mais la régénération naturelle bien plus économique doit rester jusqu'à nouvel ordre la règle générale pour nos forêts coloniales comme pour nos forêts de France.

A. Bertin,
Inspecteur des Eaux et Forêts,
Conseiller Technique du Ministère des Colonies.

(1) Traduction de Barrington Moore, forestier américain « Scientific forestry for Latin America ».

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La structure de la lumière. — Le problème de la structure de la lumière qui soulève depuis si longtemps les controverses et qui revient, dans ses lignes essentielles, à celui de la transmission de l'énergie à travers l'espace, a été repris, en mai dernier, par Sir J. J. Thom-

Digitized by Google

son, dans trois conférences au Guy's Hospital Medical School.

On sait que l'ancienne théorie corpusculaire, selon laquelle la lumière se réduit à des particules rejetées à grande vitesse des corps lumineux, avait été mise en échec, à la fin du XVIII[e] siècle, par la théorie ondulatoire, à propos des phénomènes d'interférence. L'interférence implique, au lieu d'une distribution uniforme, des concentrations d'énergie séparées par des places d'énergie nulle, l'énergie s'écoulant en quelque sorte le long de canaux déterminés. Par exemple, le passage de la lumière à travers un orifice étroit produit, non pas une illumination uniforme, mais une succession d'anneaux alternativement brillants et sombres. La théorie des ondulations fut particulièrement féconde entre les mains de Fresnel, tant par les phénomènes qu'elle lui permit d'expliquer que par ceux qu'elle lui laissa prévoir. Maxwell devait établir la nature électromagnétique des ondes lumineuses. De nombreuses années après le travail théorique de Maxwell, quand on réussit à exciter et à déceler effectivement les ondes électriques, on leur reconnut bien les mêmes propriétés qu'à la lumière : susceptibles comme elle d'être réfléchies, réfractées, polarisées, elles ne s'en distinguent que par une longueur d'onde beaucoup plus grande.

Cependant, à la fin du siècle dernier, la découverte des rayons X devait porter une atteinte sérieuse à la théorie des ondulations, qui n'explique pas les effets électriques de ces rayons, identifiés aujourd'hui à un rayonnement lumineux de fréquence très élevée.

Sous l'action du rayonnement X un gaz s'ionise, c'est-à-dire que ses molécules rejettent des électrons. A chaque instant, l'ionisation n'intéresse qu'une petite proportion des molécules présentes, phénomène inintelligible selon la théorie ondulatoire, qui envisage pour toutes les molécules des conditions d'exposition identiques. Cette théorie n'explique pas davantage l'effet photoélectrique. Les métaux, soumis aux rayons ultra-violets ou aux rayons X émettent des électrons dont la vitesse ne dépend que de la longueur d'onde du rayonnement excitateur et nullement de sa concentration. Une forte irradiation, si elle augmente le nombre des électrons émis, reste sans influence sur leur vitesse, qui est une fonction croissante de la fréquence de la lumière et ne varie que dans une faible mesure avec la nature du métal. On parvient aisément à justifier ces divers résultats en partant d'un point de vue corpusculaire.

Lord Rayleigh a encore signalé, pour la théorie ondulatoire, une autre difficulté. Elle exigerait, en admettant la théorie moléculaire des gaz, que la couleur d'un gaz soit indépendante de sa température. Il est bien connu, au contraire, que par échauffement, la couleur des corps varie du rouge au blanc, en passant par le jaune. Planck, qui a étudié cette discordance, a montré que le phénomène devient clair en attribuant à l'énergie de radiation un caractère atomique. Le quantum d'énergie a pour expression $h\nu$, ν étant la fréquence et h la constante de Planck.

Ainsi, tous les phénomènes électriques orientent vers une théorie corpusculaire, qui demeure cependant impuissante à expliquer l'interférence. Au contraire la théorie ondulatoire, plus satisfaisante en optique, échoue à rendre compte des propriétés électriques.

Après avoir montré l'insuffisance de chacun des deux ordres de conception, Sir J. J. Thomson propose, comme perfectionnement à la théorie électromagnétique, l'introduction de lignes de force électriques fermées qui arriveraient, selon lui, à rendre compte de l'ensemble des effets observés. S. V.

Photochimie

Nouvelles réactions de catalyse photochimique. — Les recherches sur la catalyse par contact n'ont pas réussi, jusqu'à ce jour, à révéler le mécanisme par lequel les espèces réagissantes sont activées sous l'effet du catalyseur. On doit cependant à Bancroft d'avoir indiqué, dans un important rapport sur la question qu'une solution du problème pourrait être recherchée en faisant intervenir les réactions photochimiques. En se plaçant à ce point de vue, il est naturel de s'adresser tout d'abord aux réactions les plus simples, comme les réactions d'hydrogénation. En effet, on connaît plusieurs hydrogénations catalytiques qui sont quantitatives, ne se compliquent pas de réactions secondaires, et se prêtent à des mesures de vitesses de réaction.

Dans ces réactions, il est vraisemblable que, par un mécanisme qui est resté le plus souvent inconnu, à un moment donné un certain nombre de molécules d'hydrogène sont scindées en atomes d'hydrogène, dont la réactivité est, on le sait, considérable. D'où l'idée fort naturelle de tenter de remplacer le catalyseur proprement dit, par une cause physique capable de produire le même résultat : faire apparaître des atomes libres d'hydrogène, aux dépens de quelques molécules de ce gaz. Ces tentatives ont fourni des résultats inespérés, et le plus grand avenir paraît réservé au procédé.

Il y a deux méthodes principales d'obtention de l'hydrogène atomique : celle de Wood, qui consiste à faire passer à travers l'hydrogène à basse pression de puissantes décharges à haute tension ; celle de Cario et Franck de photoexcitation en présence de vapeur de mercure. Ces derniers auteurs ont, en effet, montré que si l'on éclaire le système au moyen de la radiation de résonance du mercure, une partie de l'énergie acquise par les atomes de mercure peut être transférée aux molécules d'hydrogène présentes, avec production d'hydrogène atomique. Nous allons nous occuper plus spécialement des résultats déjà très remarquables fournis par cette méthode assez inattendue, dans laquelle les atomes de mercure jouent un rôle catalyseur, à condition qu'ils soient activés par la lumière, provoquant ainsi une sorte particulière de réactions, tenant à la fois de la catalyse et de la photochimie.

Cario et Franck ont déjà montré que les atomes d'hydrogène produits par leur méthode sont capables de réduire à *la température ordinaire* l'oxyde de cuivre et l'oxyde tungstique. Dickinson, de son côté, a réussi à faire réagir sur l'oxygène ces atomes d'hydrogène dès la température de 45° C. Tout récemment, enfin, H.-S. Taylor et A.-L. Marshall (1) ont pu, dans une série d'expériences tout à fait intéressantes, faire réagir l'hydrogène, activé par les atomes de mercure excités, avec l'éthylène, l'oxyde de carbone et l'oxygène, en opérant, non plus à basse pression comme les précédents auteurs, mais au voisinage de la pression atmosphérique, et avec des rendements relativement considérables.

Dans ces dernières expériences, le vase à réaction était un tube de quartz de 175 cm³ connecté à un manomètre et à une pompe. On éclairait au moyen d'une lampe à arc à mercure en quartz, mise au contact du tube à réaction suivant sa longueur, tout le système étant immergé dans un courant d'eau à 15°. Dans ces conditions, la lam-

(1) *J. of physical chemistry*, 29, (1925), 1140.

Digitized by Google

pe émet, parmi d'autres radiations, la radiation de résonance $\lambda = 2536{,}7$ A. Le vase à réaction contenait, outre les corps à faire réagir, 1 cm³ de mercure liquide.

Les réactions se traduisant par une diminution de pression à volume constant, les vitesses de réaction résultaient de mesures au manomètre.

1° *Hydrogène et éthylène.* — La réaction, étudiée à 15,5° C, est représentée par l'équation

$$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$$

La pression initiale de l'hydrogène était de 34,5 cm. Hg, celle de l'éthylène de 32,3 cm. Hg. Au bout de neuf heures, la transformation de l'éthylène en éthane était complète. La réaction est au contraire nulle dans les mêmes conditions et elle est restée également nulle au bout de 15 heures à 100° C en l'absence de la radiation de résonance du mercure, même si les autres radiations de l'arc au mercure éclairent le tube à réaction. L'existence d'atomes de mercure excités est donc bien la condition nécessaire du phénomène.

2° *Hydrogène et oxygène.* — La réaction observée à 15,5° C est la synthèse de l'eau :

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

La pression initiale de l'hydrogène était égale à 20,15, celle de l'oxygène à 16,0 cm Hg. Au bout de 5 heures, les pressions partielles ont diminué respectivement de 2,55 cm. Hg pour l'hydrogène; de 1,4 cm. Hg pour l'oxygène. On voit que cette réaction est plus lente que la précédente.

3° *Hydrogène et oxyde de carbone.* — La principale réaction observée à 15,5° C est la production de formaldéhyde, corps qui apparaît le premier au cours de la photosynthèse chlorophyllienne.

$$H_2 + CO \rightarrow HCHO$$

Dans une expérience, où l'hydrogène était en excès, la disparition de l'oxyde de carbone était pratiquement totale au bout de 7 heures.

Ces résultats montrent de façon décisive que, en présence d'atomes de mercure excités, la réactivité de l'hydrogène, à la température ordinaire, passe de zéro à une valeur relativement élevée. Et il est bien possible qu'un très grand avenir soit réservé à ce nouveau type de réactions de catalyse photochimique.

L. Brüninghaus.

Médecine

Le Mal de mer et la stabilité des navires (1). — Les causes du mal de mer ont leur origine dans le mouvement du navire, ou mieux ce ne sont pas les mouvements proprement dits qui les provoquent, mais toutes modifications de ce mouvement.

Par ailleurs, il est clair qu'une variation lente, presque insensible, sera moins désagréable que des changements brusques qui modifieront presque instantanément les conditions d'équilibre.

En eau calme, tous les navires se valent, on n'a pas le mal de mer, mais il n'en est plus de même par une mer agitée; là, le problème devient compliqué, car il faut envisager les qualités propres du navire et les caractéristiques propres de la houle même, longueur et hauteur. Dans une mer déterminée, on trouvera généralement des houles identiques.

Au cours d'un même voyage, un navire changeant de mer aura à supporter l'action de houles qui auront des caractéristiques différentes.

Supposons un navire en eau calme et que, par un moyen quelconque, on arrive à le faire incliner de gauche à droite et réciproquement. S'il est étroit et a un fort tirant d'eau, c'est-à-dire profond, et qu'il soit chargé dans les fonds, sa stabilité mécanique est grande, il reviendra de suite à sa position première. Par mer agitée, ce navire sera toujours perpendiculaire à la surface de la houle, et comme les crêtes sont aiguës le passage de ces dernières provoquera des roulis très vifs. Mais si, par contre, notre navire est large, peu chargé dans les fonds, possède une stabilité mécanique juste suffisante et si l'on a eu soin de mettre des poids lourds loin de l'axe, dans les ailes, on se rapproche de l'équilibre indifférent. Déplacé de sa position première, ce navire oscillera lentement et longuement pour la reprendre; par suite, lorsque la houle l'attaquera de nouveau, il aura à peine commencé à lui obéir lorsqu'elle aura changé de forme et le sollicitera dans la direction opposée. Finalement il ne roule pas ou peu et ces roulis sont très doux. Les modifications apportées à son mouvement initial sont faibles et progressives, ce sera le navire idéal, un navire dans ces conditions est dit avoir la stabilité de plateforme.

Si c'est un cuirassé, on aura au moment où il reviendra en équilibre horizontal un temps d'arrêt pour mettre le feu à une pièce de canon placée sur le pont. Il ne bougera pas pendant un temps suffisant.

Dans le même ordre d'idées, la théorie d'accord avec la pratique montre qu'un petit navire oscille plus vite qu'un grand.

Les conditions du tangage diffèrent de celles du roulis; dans la longitudinale, un navire qui a la stabilité de plate-forme est toujours très stable. Il suit immédiatement la surface de la houle. Si la vitesse du navire est faible par rapport à cette houle, et surtout si la mer vient de l'arrière, les mouvements qui en résulteront seront très doux, mais si l'on reçoit la mer de l'avant avec un navire à grande vitesse, la surface de l'eau se modifiant rapidement par rapport à notre flotteur, ce dernier subira un tangage rapide et brutal, surtout si l'avant sort de l'eau pour retomber ensuite s'il est très chargé à l'avant.

Dans ces conditions on devra diminuer de vitesse.

Il faut encore remarquer qu'un navire long, par rapport à la houle, tanguera moins qu'un navire court et il vaut mieux que les extrémités ne soient pas trop chargées, mais qu'au contraire les abords de la machine, les ailes, le soient le plus possible.

En somme, on n'a pas le mal de mer parce qu'on est sur un bateau, mais parce qu'un bateau éprouve des mouvements désordonnés que les marins désignent quelquefois en disant que le bateau est dans la friture. On a peu le mal de mer par grande houle régulière. Il y a des navires qui, ayant une grande stabilité de plate-forme, bougent peu à la mer et sur lesquels on a très peu le mal de mer.

Les ingénieurs des constructions navales cherchent à obtenir des navires ayant une grande tenue par mauvais temps. Ils sont limités dans cette voie par les besoins de la navigation. Ainsi, dans les paquebots à haute superstructure, la répartition des poids dans les hauts (partie élevée du navire) doit être faite d'une façon judicieuse pour éviter d'augmenter le déséquilibre, car cela nuit à la stabilité de la plate-forme.

Il existe de nombreux navires genre cargos, peu élevés au-dessus de l'eau, qui tiennent très bien à la mer

(1) Communication faite le 23 juin 1925 à l'Académie de Médecine.

Digitized by Google

lorsqu'elle est un peu mouvementée; si elle est trop mauvaise, les capitaines mettent à la cape pour ne pas fatiguer inutilement le navire. Dans ce cas il bouge très peu, suivant le mouvement des lames.

A bord des navires qui doivent aller vite, au moment des repas, le commandant fait quelquefois mettre à la cape pour diminuer les mouvements du navire et permettre aux passagers de se mettre à table.

Sur les cargos où le capitaine est maître d'embarquer le chargement à sa volonté, les aménagements pour les passagers étant réduits au minimum et remplacés par des cales dans lesquelles on place de la marchandise, on peut favoriser la stabilité de plate-forme en répartissant les poids d'une façon judicieuse et avoir un navire qui reste sans mouvement apparent sur une mer, même houleuse.

Lorsque je parle de voyage en mer, on me répond, comme dans la *Revue générale des Sciences*, que ces voyages coûtent très cher : 260 francs par jour! On pourrait même dire que la traversée du Havre à New-York en cabine de luxe coûte de 4 à 5.000 francs par jour. Heureusement, il n'en est pas toujours ainsi, et, pour l'établir, j'ai cherché un navire où on pourrait prendre 250 passagers et sur lequel le prix du voyage serait excessivement réduit. Je crois y être arrivé, puisque dans un récent voyage de 230 passagers pendant vingt-deux jours de traversée on payait 540 francs en troisième catégorie, nourriture comprise.

Un autre argument qui m'est toujours opposé est la crainte du mal de mer. J'ai donc cherché un bateau n'obéissant pas à la lame. On m'en a signalé un, je suis allé à bord, et là un officier m'a dit avoir navigué dix-huit mois sur ce bateau pour aller en Australie et qu'on n'avait jamais eu besoin de s'occuper pendant les repas de mettre les planchettes qui empêchent les plats, les bouteilles d'être renversés. J'ai immédiatement décidé de prendre ce bateau. Voilà pourquoi un étudiant de la Faculté de Médecine de Paris qui était venu à bord participer au voyage pour étudier le mal de mer chez ses 230 compagnons a été dans l'impossibilité de prendre des observations, le mal de mer ayant fait défaut pendant vingt-deux jours de traversée, même au moment où la mer était démontée.

Il m'écrit qu'il a cherché à donner le mal de mer à un chien en faisant des expériences au laboratoire de physiologie de la Faculté de Médecine de Paris. Cependant, au moment du départ de ce navire, je ne croyais pas qu'il serait aussi solide à la mer qu'il l'a été. La preuve c'est qu'au Havre, ayant demandé au personnel du bord s'il y avait des vomitoires, il me fut répondu négativement, et je n'ai pas cru pouvoir partir avec 230 passagers à bord sans ces ustensiles, que je croyais indispensables. L'armateur ne pouvant m'en procurer, j'en ai obtenu d'une autre compagnie. Ils n'ont pas servi.

Ceci prouve bien que j'avais des craintes au sujet du mal de mer chez les passagers, que j'ignorais la façon dont se comporterait le bateau pendant un voyage sur un parcours réputé mauvais comme la traversée du golfe de Gascogne, pour aller du Havre à Bordeaux, Tanger, Alger, Marseille.

J'ai proposé à l'étudiant qui n'a pas pu voir de cas de mal de mer pendant cette traversée de venir pendant trois ou quatre jours au Havre faire les voyages de Caen, Trouville ou même l'Angleterre, en l'assurant qu'il aurait largement l'occasion de voir de nombreux cas au cours de ces petites traversées sur de petits bateaux.

Le navire dont je parle avait une stabilité de plate-forme remarquable. Au moment où nous étions en pleine tempête de mistral sur la Méditerranée, le commissaire qui connaissait mes idées me dit en passant sur le pont : « Voici le meilleur argument que vous puissiez avoir; avec cette mer très forte, nous venons de servir 64 repas pour 69 passagers de première, 5 seulement ne se sont pas mis à table. » A ce moment, on apercevait à quelque distance le courrier d'Alger. Ce petit navire de 3.000 tonnes avait l'air de remuer ferme, tandis que notre gros bateau était solide comme un roc. « Et à bord de celui-là, demandai-je, combien pensez-vous qu'on a servi de repas? » Il me répondit : « S'ils sont 69 passagers, la proportion a été inverse, on a dû en servir 5 seulement, en comptant celui du commandant! »

Je répète donc ce que j'ai toujours dit : il faut choisir les lignes sur lesquelles la mer est en général peu agitée et il faut étudier les conditions de navigabilité des bateaux sur lesquels on veut faire la cure de long cours.

Je remercie mes deux élèves du cours d'hygiène de l'École nationale de navigation maritime du Havre, les capitaines au long cours Frontin et Castelnau, de leur bonne collaboration qui me permet de présenter cette note.

Dr Loir.

Statistique

L'activité économique de l'Indochine en 1924. — Quelques chiffres indiqués dans les statistiques de l'Indochine permettent de se faire une idée sur la situation économique de cet ensemble colonial.

Le 1er janvier 1924 la piastre indochinoise cotait 9 fr. 80 et 9 fr. 95 au 31 décembre; ses plus grandes fluctuations de l'année sont comprises entre 14,10 (11 mars) et 7,80 (24 avril).

Parmi les productions importantes susceptibles de déterminer la situation économique, les riz exportés de Cochinchine et du Cambodge en 1924 se sont élevés à 1.102.700 tonnes, un peu moins qu'en 1923. La récolte du Tonkin a été fortement déficitaire.

Les plantations de caoutchouc ont retrouvé leur excellente situation, le prix du caoutchouc ayant sensiblement haussé. On a exporté de l'Indochine 5.955 tonnes de gomme contre 4.970 en 1923 et 4.450 en 1922.

Le mouvement des affaires de la Banque de l'Indochine, qui peut être considéré comme un des meilleurs symptômes économiques de l'Indochine, est en ascension très marquée. Ainsi, le bilan du 31 décembre 1924 accuse une augmentation de 137 millions sur 1923, avec une circulation fiduciaire de 930 millions contre 831 au 31 décembre 1923.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Barrages. — Au congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences à Grenoble diverses questions sur les travaux publics ont été examinées; la principale a été celle des barrages-voûtes.

M. Caquot a fait ressortir que, lorsque les tensions qui s'exercent suivant les trois coordonnées habituelles sont du même ordre de grandeur, les efforts capables de rompre l'ouvrage sont élevés grâce au frettage qui se produit alors.

Or, à la partie inférieure des barrages-voûtes, la pression hydrostatique, le poids de la partie supérieure et

Digitized by Google

la compression suivant les fibres circulaires sont, en général, de la même valeur.

En outre, les déformations des matériaux pierreux peuvent dépasser notablement la zone des déformations élastiques sans causer une augmentation sensible de l'effort correspondant; cela, parce que, grâce à une nouvelle répartition des efforts, entre en jeu la résistance des autres parties de la pièce.

Ainsi les formules simples usuelles peuvent donner des garanties suffisantes. Cependant, il faut se souvenir que les formules de la résistance des matériaux n'ont été établies rigoureusement que dans le cas de pièces rectilignes minces et que les formules de Lamé ne permettent de résoudre entièrement le problème qu'en l'absence de moment fléchissant.

M. Caquot a donc exposé une méthode de calcul basée sur la théorie de l'élasticité, méthode qui permet d'ailleurs de construire des graphiques donnant immédiatement le taux des efforts développés dans un arc encastré à ses deux extrémités sous l'effet de la pression hydrostatique qu'il supporte. Ed. M.

Chimie

Le développement de la fabrication de l'acétate de cellulose. — L'acétate de cellulose est un éther de cellulose très répandu dans l'industrie. Les dissolvants les plus employés pour cet acétate de cellulose sont : l'acétone, l'acide acétique et un mélange chaud en parties égales d'alcool méthylique et de benzol. En laissant évaporer à l'air les solutions d'acétate de cellulose, on obtient l'éther de cellulose sous forme de pellicule brillante, transparente, douce et cependant résistante, imperméable à l'air et à l'eau. Ces pellicules brûlent difficilement, donnent une flamme s'éteignant rapidement. En ajoutant un peu de dissolvant à l'acétate de cellulose et pétrissant le mélange à chaud, on obtient une masse compacte, transparente ressemblant particulièrement au celluloïde avec l'avantage de ne pas être inflammable.

Par suite de ces propriétés, l'acétate de cellulose s'est répandu dans les industries suivantes : fabrication des films cinématographiques, enduits ininflammables, etc. On fabrique les acétates de cellulose en soumettant une hydrocellulose spéciale à l'action d'anhydride acétique. On modère cette réaction qui se fait vivement par la dilution avec du vinaigre froid. Comme cellulose, on emploie le coton.

On emploie les solutions d'acétate de cellulose pour faire des toiles imperméables et des vernis. Les solutions dans l'acétone et l'acétate de méthyle trouvent un emploi fréquent. Elles servent à rendre imperméables les surfaces des ailes des aéroplanes. On leur donne ainsi une grande élasticité, elles résistent aux brusques variations de température résultant de l'action du vent et sont insensibles à la pluie, au brouillard et à la neige. Leur résistance mécanique est augmentée, leur surface est bien plane, offre peu de résistance au passage de l'air et la vitesse de l'aéroplane est plus élevée. On emploie aussi l'acétate de cellulose pour les enveloppes de ballons, le cuir artificiel, le pégamoide, etc.

Les vernis d'acétate de cellulose n'étaient guère employés avant la guerre, ils peuvent cependant remplacer tous les vernis de celluloïde.

Les solutions concentrées d'acétate de cellulose déposent par évaporation lente sur des surfaces polies une pellicule transparente et imperméable. On fabrique ces pellicules d'une façon continue en versant une solution concentrée sur un ruban métallique soigneusement poli. Pour la photographie, on verse la gélatine sensible sur un côté du film. On emploie ces films pour les cinématographes ininflammables.

On sait qu'on a beaucoup employé la nitrocellulose pour la fabrication du celluloïde qui est un mélange de nitrocellulose et de camphre. On a réussi à le fabriquer avec l'acétate de cellulose et a ainsi obtenu un produit difficilement combustible et aussi durable que le celluloïde. L'acétate de cellulose est très important pour la fabrication des fleurs artificielles, des jouets, des étoffes destinées à être beaucoup employées pour lesquelles l'inflammabilité est un inconvénient. (*Chemikerzeitung*, 30-4-25.) E. P.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. E. Roux, Th. Schlœsing, E. Leclainche, P. Viala et L. Lindet ont été réélus membres du Conseil d'administration de l'*Institut des Recherches agronomiques*; M. G. André a été élu en remplacement de M. L. Maquenne, décédé.

— M. M. d'Ocagne a été désigné pour représenter l'Académie aux fêtes du Centenaire de la *Société scientifique de Bruxelles* les 12 et 13 avril 1926.

Académie d'Agriculture. — MM. René Berge, Bouvier, Cayeux, A. Ch. Girard, Mangin et Ringelmann ont été désignés pour faire partie du Conseil d'Administration de l'Institut des Recherches agronomiques.

Conseil supérieur de l'Instruction publique. — M. Rosset, directeur de l'Enseignement primaire, est nommé membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique en remplacement de M. Appell, démissionnaire (*J. O.*).

M. Lapie, recteur de l'Académie de Paris, est nommé président de la section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique (*J. O.*).

Comité consultatif de l'Enseignement supérieur. — M. Couvelaire, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, a été élu comme représentant du personnel des Facultés de Médecine, en remplacement de M. Rouvier, professeur à la Faculté de Médecine d'Alger, mis à la retraite.

M. Lauret, professeur agrégé près la Faculté de Médecine de Bordeaux, a été élu en remplacement de M. Perrin, agrégé près la Faculté de Médecine de Nancy, nommé professeur titulaire (*J. O.*).

Institut international de coopération intellectuelle. — Le Président de la République a inauguré, le 16 janvier, l'Institut international de coopération intellectuelle, installé au Palais-Royal. Les membres du Corps diplomatique, les hauts fonctionnaires de la Société des Nations, les représentants des institutions et associations intellectuelles françaises et étrangères assistaient à la cérémonie.

Laboratoires des Manufactures de l'Etat. — M. René Dubrisay, ingénieur en chef des Manufactures de l'État, est nommé directeur des laboratoires de l'Administration des Manufactures de l'État en remplacement de M. Schlœsing, membre de l'Institut, admis sur sa demande à faire valoir ses droits à la retraite et nommé inspecteur général honoraire.

Centenaire du Principe de Carnot. — Une séance solennelle destinée à commémorer le Centenaire de la publication des *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, par Nicolas-Léonard-

Digitized by Google

Sadi Carnot, a eu lieu le mercredi 20 janvier, à la Société des Ingénieurs civils de France. Elle était présidée par le Président de la République.

Centre de lutte contre le cancer. — Sont nommés au centre régional de lutte contre le cancer de Marseille :

Directeur : M. le professeur Henri Reynes, chirurgien chef des hôpitaux civils.

Chirurgien : M. Imbert, professeur à la clinique chirurgicale de l'École de plein exercice de médecine et de pharmacie.

Chef de laboratoire : M. Peyron, professeur d'anatomie pathologique.

Adjoint au chef de laboratoire : M. le Dr Rouslacroix.

Radiologiste : M. le Dr Tramier (*J. O.*).

Codex pharmaceutique. — Par arrêté du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux Arts, en date du 24 décembre 1925, des additions et modifications sont apportées au Codex pharmaceutique (Voir *Journal officiel* du 5 janvier 1926, p. 201 à 204).

Office national de l'azote. — M. Cartier, ingénieur en chef des constructions navales, en congé, est nommé Directeur général de l'Office national industriel de l'azote.

Office national des combustibles liquides. — L'Inspecteur général Briotet, directeur des poudres, est nommé membre du Conseil d'administration en remplacement de l'Inspecteur général Patard, passé dans le cadre de réserve.

Comité scientifique du pétrole et des combustibles liquides. — Sont nommés membres du Comité scientifique : le général Challéat, inspecteur des études et expériences techniques de l'artillerie ; l'Inspecteur général Briotet, directeur des poudres en remplacement de l'Inspecteur général Patard.

Service phytopathologique. — Un arrêté du Ministre de l'Agriculture fixe la répartition, entre les circonscriptions phytopathologiques, des établissements horticoles, viticoles et d'exportation des produits agricoles d'origine végétale inscrits pour 1926 sur les listes de contrôle du service phytopathologique (*Journ. off.* du 6 janvier).

Société de Photographie. — Un cours public de photographie s'est ouvert le lundi 4 janvier, à 9 heures du soir, et sera continué les lundis suivants à la même heure dans l'Hôtel de la Société française de Photographie, 51, rue de Clichy, à Paris. Le cours comprendra vingt leçons qui seront faites par M. E. Cousin. L. F.

Vie scientifique universitaire

Facultés. — La date d'ouverture de la session pour la deuxième épreuve de l'examen d'agrégation des Facultés de Médecine et des Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie prévue pour le 16 mars 1926 (décret du 18 décembre 1925) est fixée (arrêté du 23 décembre) au 3 mars 1926. En conséquence les dates d'ouvertures des épreuves sont modifiées comme suit :

3 mars. — Histoire naturelle médicale et parasitologie.

12 avril. — Pharmacologie et matière médicale.

(Le reste sans changement. Voir *Rev. Scientif.* du 9 janvier page 27).

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes, pour le doctorat ès-sciences, ont été soutenues à la Faculté des Sciences.

14 janvier. — M. Abrard : « Le lutécien du bassin de Paris ; essai de monographie stratigraphique. »

16 janvier. — M. Millot : « Contribution à l'histophysiologie des aranéides. »

18 janvier. — M. Guilbert : « Etude théorique et expérimentale du circuit magnétique deformable. »

19 janvier. — M. Barlot : « Contribution à l'étude des réactions de déplacement des métaux. »

Collège de France. — M. Jolly, directeur de laboratoire à l'Ecole des Hautes Études, est nommé professeur d'histophysiologie.

Observatoire de Paris. — M. Bigourdan, membre de l'Institut, astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, est admis à la retraite et nommé astronome honoraire.

Ecole des Mines. — Un concours d'admission à l'école nationale supérieure des mines pour des places d'élèves titulaires français s'ouvrira à Paris, le mardi 25 mai 1926.

Les candidats doivent avoir dix-sept ans au moins le 1er janvier 1925 et moins de vingt ans à la même date.

Aucune condition d'aptitude physique n'est exigée des candidats, sous réserve qu'ils puissent effectuer toutes les épreuves du concours.

Le maximum d'admissions à prononcer à la suite du concours de 1926 est fixé à cinquante.

Le programme des connaissances exigées pour le concours d'admission à l'école nationale supérieure des mines en 1926, sera le même que celui du concours d'admission à l'école polytechnique pour la même année.

Il sera accordé des majorations de points aux candidats pourvus de diplômes de baccalauréat avec la mention « latin », « latin grec » ou « philosophie », dans les conditions prévues par l'arrêté du 26 décembre 1921.

Les demandes de participation au concours de 1926 doivent être adressées sur papier timbré, avant le 1er avril 1926, au directeur de l'École des Mines (60, boulevard Saint-Michel, Paris, 6e arrondissement) et être accompagnées des pièces exigées. (V. *Journ. off.* du 3 janvier 1926.)

Un concours d'admission à l'École nationale supérieure des Mines, pour des places d'élèves titulaires étrangers, s'ouvrira également à Paris, le 25 mai 1926.

Le nombre maximum des places mises au concours est fixé à dix. (V. *Journ. off.* du 3 janv. 1926).

Ecole centrale. — M. A. Lebon, ingénieur, est nommé membre du Conseil de l'École centrale pour une période expirant en décembre 1927.

— Le Concours d'admission, première et seconde parties, aura lieu au mois de juin 1926. Pour tous renseignements s'adresser, avant le 1er avril 1926, à la direction de l'École, 1, rue Montgolfier, Paris 3e.

Institut d'optique. — L'École supérieure d'optique a eu, pendant l'année scolaire 1924-1925, vingt-quatre inscriptions qui se répartissent ainsi : 7 officiers, 3 ingénieurs, 12 étudiants, 2 étudiantes.

Il a été accordé : 8 diplômes d'ingénieur opticien, 1 certificat d'optique appliquée, valable pour la licence ès-sciences, 5 certificats d'études spéciales.

Nous rappelons que les moyens d'action de l'Institut d'optique comprennent, outre l'École supérieure d'optique, des laboratoires d'essais et de recherches, une école professionnelle, des Cours du soir, une « Revue d'optique théorique et instrumentale. » Il est regrettable que le budget de l'Institut soit tout à fait insuffisant.

Service hydrographique. — M. Cousin est nommé examinateur-inspecteur en remplacement de M. Peironet, admis à la retraite.

Institut national agronomique. — M. Milliot-Madéran, maître de Conférences d'allemand, démissionnaire, est, nommé maître de Conférences honoraire.

Université de Lille. — M. Pierret, agrégé près la Faculté mixte de Lille, est nommé professeur d'hygiène et de bactériologie à la dite Faculté en remplacement de M. Breton, décédé.

Université de Bordeaux. — M. Chaine, professeur sans chaire à la Faculté des sciences, est nommé professeur d'anatomie comparée et embryogénie en remplacement de M. Kunstler, admis à la retraite.

Université d'Aix. — M. Bierry, maître de conférences

Digitized by Google

et chef de laboratoire à la Faculté de médecine de Paris, est nommé professeur de physiologie à la Faculté des Sciences, en remplacement de M. Jourdan, admis à la retraite.

Université de Toulouse. — La chaire d'hygiène de la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie est transformée en chaire d'hygiène et de médecine préventive.

M. Lafforgue, professeur d'hygiène à la dite Faculté, est nommé professeur à la chaire transformée.

Université de Montpellier. — M. Soula, maître de Conférences à la Faculté des Sciences, est nommé professeur sans chaire.

École préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Rouen. — Un concours s'ouvrira le 27 juillet 1926 devant la Faculté de pharmacie de Paris pour un emploi de professeur suppléant de la Chaire de pharmacie et de matière médicale à l'École préparatoire de Rouen. Le registre d'inscription sera clos le 26 juin. L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 décembre 1925.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur les séries de fonctions rationnelles itérées.**

— *A. Zygmund* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la sommation des séries trigonométriques et celles de puissances par les moyennes typiques.**

— *A. Bloch* (prés. par M. Hadamard). — **Quelques théorèmes sur les fonctions entières et méromorphes d'une variable.**

— *R. Gosse* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'équation de la déformation des surfaces.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *P. Lasareff* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les résultats des travaux géophysiques dans le domaine de l'anomalie magnétique de Koursk.**

Les travaux gravimétriques de MM. Aksenov, Michailov, Nikiforov et Sorokine ont montré que les masses des gisements ferrugineux produisant l'anomalie magnétique sont transformées partiellement en masses non magnétiques aux environs de Tim et cette transformation peut être produite par l'oxydation de magnétite en hématite. Cette hypothèse paraît vraisemblable, car on a découvert, au cours de forages profonds, à Stschigry, qu'avec la magnétité on trouve toujours l'hématite. D'autre part, à Tim, on trouve à 167 m. 7 des quartzites ferrifères (hématite) qui, à 170 m., contiennent environ 53 % de fer pur.

— *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante : La couleur. Hétérogénéités chimiques.**

Les foudres pures, n'ont pratiquement que trois couleurs : jaune, orangé ou rouge, cette dernière couleur est la plus fréquente. Sur 81 cas de foudres, publiés par le professeur Galli, il y a 9 cas où la couleur du globe n'est pas unique. Sur 20 cas de couleurs, simples ou doubles autres que celles du refroidissement du corps noir, et autres que le noir et blanc sans lumière propre, on a observé 12 cas de couleur bleue qui serait due à la combustion du soufre absorbé par la matière fulminante.

MÉTÉOROLOGIE. — *Henry Hubert.* — **Evolution des masses très étendues de cumulo-nimbus en Afrique occidentale.**

Les constatations qui ont pu être faites ont conduit aux interprétations suivantes : la totalité de la masse nuageuse provient de cumulo-nimbus, dont l'évolution est régulière au fur et à mesure de la progression ; tous ces cumulo-nimbus se sont formés à peu près à la fois et dans un temps très court ; le stade d'évolution de certains îlots de cumulo-nimbus peuvent être modifiés localement par la situation en latitude, la situation géographique et les variations, très localisées, de l'insolation ou de l'intensité des courants ascendants.

MAGNÉTISME. — *E. Fromy* (prés. par M. Brillouin). — **Relation entre l'effet Wiedmann et l'effet Joule.**

Les recherches faites sur les phénomènes de la magnétostriction de Joule et de la torsion magnétique de Wiedmann paraissent conduire à admettre que les deux effets sont indépendants. Quelques tentatives ont été faites pour trouver un lien entre eux, mais aucune formule satisfaisante n'a encore été fournie et n'a pu, en particulier, rendre compte de l'existence d'un maximum de torsion et d'un point d'inversion pour les valeurs du champ différentes de celles qui produisent des effets analogues dans le phénomène de Joule. Dans cette note l'auteur cherche à résoudre le problème.

RADIOLOGIE — *A. Dauvillier* (prés. par MM. de Broglie). — **Sur l'action biologique des rayons X de diverses longueurs d'onde.**

M. Dognon a étudié récemment, sur l'œuf d'*Ascaris*, l'action des trois radiations homogènes : 0,22, 0, 70 et 1,54 Å et a conclu que l'absorption de quantités égales de Röntgen provoquait des actions biologiques très différentes. L'auteur démontre que, les radiateurs $\lambda = 0{,}22$ et $\lambda = 0{,}7$ ont, à énergie égale absorbée, la même action biologique.

RADIATIONS. — *Mme J. S. Lattès et Georges Fournier* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

Les auteurs démontrent que la loi linéaire $\frac{\mu}{\rho} = a + b.N.$ n'est pas seulement valable pour les rayons β primaires du Ra E, mais aussi pour d'autres rayons β primaires provenant d'une ampoule de radium accompagné de ses produits de désintégration. La loi semble être applicable à tous les rayons β dans une assez grande échelle de vitesse.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *J. Cayrel* (prés. par M. G. Ferrié). — **Propriétés détectrices du bioxyde de plomb.**

Un fragment de bioxyde de plomb arraché à une plaque d'accumulateur ou à un film de ce corps formé par électrolyse à la surface d'une lame de plomb, de platine, ou de carbone, manifeste dans certaines conditions des propriétés détectrices intenses. L'auteur décrit les caractères spécifiques de cette détection.

OPTIQUE. — *Jean Rey* (transm. par M. André Blondel). — **Brillance et flux lumineux des charbons à haute intensité lumineuse, pour la projection de la lumière électrique.**

Il s'agit de charbons contenant une mèche centrale formée de terres rares, telles que des sels de cerium ou de titane mélangés au carbone. L'auteur a procédé à de nombreux essais pour déterminer la brillance et les flux lumineux de ces charbons. Ses conclusions sont que s'ils sont intéressants au point de vue de la projection de la lumière électrique, les résultats indiqués à l'étranger sont très exagérés et répondent surtout à un but de réclame commerciale.

POLARIMÉTRIE. — *E. Darmois* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur un cas de mutarotation. Application à l'étude de la saponification de l'oxalate d'éthyle par l'eau et les acides étendus.**

La rotation d'un mélange d'oxalate diéthylique et de dimolybdomalate de Am, dextrogyre, varie avec le temps. La marche de la mutarotation dépend de la concentration de l'éther sel et de la température. La mutarotation s'expliquerait par une saponification progressive de l'oxalate diéthylique, qui libère de l'acide oxalique ; cette saponification aurait lieu en milieu légèrement acide (pH du sel de Am = 3,60).

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* (prés. par

Digitized by Google

M. A. Cotton). — **Sur le calcul de la constante de Verdet dans la théorie moléculaire.**

L'auteur montre par des équations que la théorie moléculaire établit une relation entre la constante de Verdet et la constante de Kerr.

CHIMIE PHYSIQUE. — *René Dubrisay* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur quelques phénomènes de chimie capillaire.**

Pour chaque solution d'acide gras au contact de l'eau, le volume de la goutte augmente quand la température s'abaisse c'est-à-dire que, suivant la règle générale, la tension superficielle diminue quand la température augmente. Au contact des liqueurs alcalines, l'allure est inverse. Des tableaux indiquent les résultats obtenus par l'auteur.

— *Charles Grard* (prés. par M. Léon Guillet). — **Influence de la zone thermique de travail sur la sélection des aciers pour soupapes de moteurs d'aviation.**

Il résulte des nombreux essais effectués par l'auteur que l'acier type à conserver pour les soupapes de moteurs d'aviation est un acier chrome-silicium (C=0,4 ; Si=2,5 ; Cr=12) ayant pour caractéristiques, après trempe à l'air vers 1.200° et revenu à 900° : point critique à l'échauffement supérieur à 900° ; densité : 7,8 ; résistance à la traction à froid : ≥ 92 ; allongement pour 100 à froid : ≥ 12 ; résilience à froid : ≥ 4 ; dureté Brinell à froid : ≥ 280 ; dureté Brinell à 900° : un peu inférieure à 40 (cette dernière caractéristique a été légèrement relevée par une addition de 1,5 pour 100 de tungstène).

— *Léon Guillet et Jean Galibourg.* — **Sur la trempe des alliages légers aluminium-cuivre renfermant plus de 5 % de cuivre.**

Les premiers résultats obtenus avec des alliages coulés dont la teneur en Cuivre varie de 7 à 45 %, montrent l'influence considérable de la trempe et du revenu sur la dureté qui est très souvent doublée dans le traitement optimum, et l'action du traitement thermique sur la résistivité qui croît, non seulement par trempe, mais aussi, pour certains alliages, par revenu.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Raymond Delaby et Maurice-Marie Janot* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la cyclohexylglycérine.**

L'action du brome sur le vinylphenylcarbinol conduit à la tribromhydrine. Lorsqu'on substitue le radical cyclohexyle au groupe phényl, le brome se fixe normalement sur le vinylcyclohexyle. Le bromure fusible à 74° signalé en 1920 par MM. Valeur et Luce est bien la dibromhydrine de la cyclohexylglycérine. L. Franchet.

PHYSIOLOGIE. — *Charles Richet, Gardner et Goodbody.* — **Effets des sels de Zirconium, de titane et de manganèse sur la nutrition.**

Le zirconium et le titane ne sont pas toxiques et n'exercent, quotidiennement ingérés, à la dose de un gramme, aucune action nocive sur la nutrition.

— *Emile F. Terroine et Mlle Anne-Marie Mendler* (prés. par M. Henneguy). — **De l'influence de l'adjonction d'aliments ternaires au lait sur la grandeur de la rétention azotée au cours de la croissance.**

La grandeur de la rétention azotée au cours de la croissance est considérablement influencée, pour une même ingestion de protéiques, par la quantité des aliments ternaires présents dans la ration. Le lait entier, loin d'être à lui seul l'aliment de choix pour la croissance, peut être considérablement amélioré, quant à l'utilisation des matières protéiques qu'il apporte, par l'adjonction de substances ternaires.

— Mme *L. Randoin et Mlle A. Michaux* (prés. par M. F. Henneguy). — **Réserves glycogéniques et glycémie artérielle (effective et protéidique) au cours du scorbut expérimental.**

Au cours du scorbut, les réserves glycogéniques sont moins abondantes que chez le Cobaye normal, mais on en trouve toujours de notables quantités, même au moment de la mort.

Le déséquilibre alimentaire résultant de l'absence totale de vitamine C dans la ration ne semble pas empêcher la mise en réserve du glycogène. Quant à la glycémie protéidique, elle paraît augmenter du 16e au 20e jour pour revenir ensuite à son taux normal.

— *L. Cuénot.* — **La signification de l'homochromie chez quelques animaux marins.**

Dans le cas des *Hippolyte* (petites Crevettes vivant dans la zone des Algues littorales, avec lesquelles elles présentent la plus exacte homochromie), et quelques autres espèces analogues, l'animal ayant une certaine pigmentation, produit du métabolisme général et éprouvant le besoin, pendant le jour, d'être à l'obscurité, adopte l'habitat homochrome (Algues) qui lui dispense le minimum de radiations. L'auteur catalogue ce cas particulier sous le terme d'*homochromie antispectrale.*

— *Marcel François, I. Meyerson et Henri Piéron* (prés. par M. J. L. Breton). — **Du temps de latence des réactions d'équilibration aux brusques accélérations longitudinales.**

Pour des accélérations brusques d'environ 30 cm. à 66 cm. à la seconde, il faut, à un sujet normal, un temps compris entre une demi-seconde et une seconde, pour que la réaction d'équilibration correctrice s'effectue complètement ; la réaction commence à se manifester, l'emportant sur l'oscillation passive, au bout de 3 à 6 dixièmes de seconde.

PALÉONTOLOGIE.— *Ch. Depéret et J. Savornin.* — **Sur la découverte d'une faune de Vertébrés albiens à Timimoun (Sahara occidental).**

Les documents paléontologiques qui font l'objet de cette note se rapportent à deux ordres de Reptiles : Dinosauriens carnassiers et Crocodiliens, et à un Poisson Sélacien que les auteurs notent sous le nom provisoire de *Synechodus* sp. Quant au Dinosaurien de Timimoun, il s'agit d'une espèce nouvelle, à laquelle MM. Depéret et Savornin donnent le nom de *Megalosaurus saharicus*, en faisant ressortir que c'est la première fois qu'un Reptile de ce groupe est signalé sur toute l'étendue du continent africain.

BOTANIQUE. — *G.-A. Boulenger.* — **Remarques sur l'importance attachée au mode d'insertion des carpelles pour la classification des espèces du genre Rosa.**

L'auteur ayant trouvé des akènes à insertion franchement basi-pariétale sur des spécimens de *Rosa carolina* de Brown's Co., Wisconsin, n'hésite pas à déclarer qu'on doit se méfier du caractère inconstant du mode d'insertion des carpelles dans le réceptacle pour séparer, chez les Roses, les sections *Carolinæ et Cinnamomeæ.*

— *P. Allorge* (prés. par M. L. Mangin). — **Variations du pH dans quelques tourbières à Sphaigues du centre et de l'ouest de la France.**

Les recherches de l'auteur ont porté sur les eaux prélevées directement ou obtenues par expression des Sphaignes de tourbières appartenant à deux types : type arctique (Margeride) et type atlantique (Pays basque, Maine). Dans ces tourbières le pH est compris entre 3, 9 et 6, 8.

— *A. Maige* (prés. par M. M. Molliard). — **Réaction amylogène uniloculaire ou pluriloculaire des plastes.**

La formation de l'amidon dans un leucoplaste pluriloculaire ne résulte pas, d'après l'auteur, d'une action d'ensemble du plaste, mais de la réaction isolée de l'écorce plastidale de chacune de ses loges. En un mot, l'unité physiologique

Digitized by Google

amylogène est le leucoplaste uniloculaire ou la loge du leucoplaste pluriloculaire.

— *André Dauphiné* (prés. par M. Molliard). — **Démonstration expérimentale du rapport vasculaire entre la feuille et la racine.**

Des graines de Lupin, dans lesquelles avait été supprimée une partie des ébauches foliaires épicotylées, ont donné en germant des plantules auxquelles manquaient une ou plusieurs feuilles. L'auteur a pu constater qu'à l'absence de ces feuilles correspondait, dans la racine, l'absence de groupes vasculaires plus ou moins importants suivant le nombre de feuilles supprimées.

— *R. Morquer* (prés. par M. Molliard). — **Sur la biologie de Mucidula mucida** (Fr.) Pat.

En bouturant sur divers milieux, le mycélium pris sur un fragment de bois décomposé, l'auteur a obtenu du mycélium et des carpophores fertiles de *Mucidula mucida*. A l'obscurité, le champignon a donné naissance à des carpophores dont les chapeaux et les spores se sont montrés normaux et fertiles.

Le mycélium se développe lentement, sans carpophore, sur un milieu organique ne renfermant que des traces de substances minérales.

GÉOLOGIE. — *G. Georgalas* et *N. Liatsikas* (prés. par M. Douvillé). — **Sur la nouvelle éruption du volcan de Santorin** (1925).

Les auteurs ont communiqué antérieurement leurs observations depuis le commencement de l'éruption jusqu'au 23 août. Ils les continuent aujourd'hui, jusqu'à la fin d'octobre 1925. Un des faits les plus intéressants est le déplacement du dôme central et son transport à une distance d'environ 100 à 200 mètres à l'*WSW* de sa position primitive. Il a été arrêté dès le 28 septembre.

OCÉANOGRAPHIE. — *Rafael de Buen* (prés. par M. Joubin). — **De la genèse des Rias.**

Toutes les formations désignées sous les noms de rias, glens, skjers et fjords, sont des fentes profondes aux parois abruptes situées dans des terrains anciens de roches primitives particulièrement compactes et cassantes par retrait, étroites vallées submergées par la mer au bord de laquelle elles se trouvent et dont le niveau constitue un repère commode et facilement observable.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. Guignard) — **Sur un type de formations cribro-vasculaires médullaires nouveau pour la famille des Crassulacées.**

Les cordons cribro-vasculaires du *Thompsonella minutiflora* diffèrent de ceux du *Greenovia terræ* La Perr. et de l'*Echeveria gibbiflora* D. C. : 1° parce qu'ils sont beaucoup plus distants de l'anneau cribro-vasculaire que dans ces deux Crassulacées ; 2° parce qu'ils semblent ne s'unir avec cet anneau ni à leur base, ni à leur sommet ; 3° parce qu'ils apparaissent très vraisemblablement plus tard que les faisceaux normaux et non pas en même temps que ceux-ci.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — M. *Masceré* (prés. par M. Guignard). — **Sur le periplasmodium staminal des Commélinacées**

Il n'y a pas lieu d'admettre, chez les Commélinacées, une transformation du tapis staminal en un periplasmodium, de nature plasmatique, pénétrant entre les grains de pollen. En réalité, les cellules du tapis subissent de bonne heure la dégénérescence mucilagineuse, en même temps qu'y apparaît l'oxalate de calcium sous forme de raphides. C'est ce mucilage, répandu entre les grains de pollen, qui représente le « periplasmodium » décrit par Tischler.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel et C. Charaux* (prés. par M. L. Guignard). — **Méthode biochimique de recherche, dans les végétaux, des glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase.**

La rhamnodiastase peut être utilisée dans une méthode biochimique de recherche de glucosides, calquée sur celle de Bourquelot à l'émulsive. Les premiers résultats obtenus font entrevoir que les glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase pourraient être aussi abondants dans le règne végétal que les glucosides hydrolysables par l'émulsine.

— *H. Colin et A. Grandsire* (prés. par M. Molliard). — **Caractères chimiques des feuilles vertes, des feuilles jaunes et des feuilles rouges.**

Comparées aux feuilles normales, les feuilles rouges d'automne se montrent plus riches en sucres, plus riches en acides organiques libres, mais non en acides salifiés, moins minéralisées et partiellement décalcifiées. Les feuilles jaunes sont, par contre, pauvres en sucres, riches en eau et en sels minéraux.

— *Michel Durand* (prés. par M. Molliard). — **Influence de la lumière sur la formation des tannins.**

Les plantes développées dans l'obscurité et provenant de graines ne renfermant que des traces de tannin dans leurs cotylédons, élaborent activement les principes tanniques dans tous leurs organes aériens ou souterrains.

En général, les plantes soustraites à l'influence de la lumière sont plus pauvres en tannin que les plantes vertes correspondantes.

ZOOLOGIE. — *Léon Bertin et Fernand Angel* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur le plancton et l'alimentation planctonique des Poissons du lac Léman.**

Les recherches ont été poursuivies dans trois voies différentes : 1° détermination des genres et des espèces d'Entomostracés ; 2° étude de la répartition verticale de ces animaux ; 3° examen du contenu stomacal et intestinal des Poissons.

Les Entomostracés pélagiques du lac Léman constituent une dizaine d'espèces appartenant à 7 genres. Les Copépodes sont toujours plus nombreux que les Phyllopodes. Parmi les Copépodes, les *Diaptomus* sont en général plus nombreux que les *Cyclops*.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Ch. Hollande* (prés. par M. Henneguy). — **Les cellules à urates des Acridiens Orthoptères et la genèse de ces urates.**

Les cellules à urates des Acridiens sont grandes et leur forme est étoilée. Une même cellule à urates, située à l'intérieur d'un lobe du tissu adipeux, peut s'irradier autour de plusieurs cellules adipeuses voisines. De telles irradiations et pénétrations cellulaires, qui n'avaient pas encore été signalées chez les Orthoptères, sont particulièrement bien visibles chez le Criquet égyptien, *Orthacanthacris ægyptia* L.

Les urates des cellules à urates des Orthoptères s'élaborent comme chez les Lépidoptères, à l'intérieur des cellules adipeuses, et ne sont pas puisés tout formés du sang de l'Insecte.

EMBRYOGÉNIE. — *H. Barthélémy* (prés. par M. Henneguy). — **Action des extraits aqueux et salés d'œufs de l'espèce sur les spermatozoïdes de Grenouille rousse (Rana fusca).**

Nulle part, l'auteur n'a pu déceler la présence d'une lysine ou autre substance d'origine femelle nocive pour les éléments mâles. Au contraire, sauf dans le cas où l'excédent de Na Cl, de sels ou de KCN et la gangue manifestaient leur action, les extraits d'œufs étaient nettement favorables à l'activité des spermatozoïdes et à la prolongation de leur vie.

La concentration en matières minérales et organiques du liquide périvitellin est la cause de la monospermie des œufs normaux de Grenouille rousse.

BIOLOGIE. — *P.-H. Fischer* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Influence de la lumière et du renouvellement de l'air sur le réveil des Escargots.**

L'humidité de l'air n'est pas une condition nécessaire au

Digitized by Google

réveil. La lumière accélère le réveil dans de grandes proportions. Le réveil par la combinaison des facteurs lumière et renouvellement de l'air s'obtient plus rapidement que par la lumière seule. Le renouvellement de l'air, en dehors des autres facteurs, est capable de provoquer le réveil.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *F. Vlès et A. de Coulon* (prés. par M. F. Henneguy). — **Sur les propriétés physico-chimiques de certains constituants du sérum.**

Dans les limites des pH utilisés (5-12), le sérum humain normal ou pathologique a présenté (pour les flocons) deux points isoélectriques plus ou moins différenciés : α compris entre 5,5 et 6,5, et γ voisin de 11-12.

Chez les hommes normaux adultes, le point α très stable est constant au voisinage de 5,5 ; le point γ toujours présent oscille entre 9 et 12. Par contre, les femmes normales présentent des inégalités suivant leur état génital. Chez les femmes enceintes, α subit au cours de la grossesse des oscillations irrégulières à grande amplitude (5,5—7,5.)

Dans les sérums pathologiques, le point α présente le plus souvent (72 %) un déplacement le faisant sortir hors de sa zone normale, et quelquefois même disparaître complètement.

PROTISTOLOGIE. — *Jivoin Georgévitch* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la structure de la spore de Pleistophora periplanetœ.**

Le prétendu *Cœlosporidium periplanetœ* représente, par l'existence d'un sporoplasme à deux noyaux, une vraie Cnidosporidie. Il faut, d'après l'auteur, le ranger sous son ancien nom de *Pleistophora periplanetœ* parmi les Microsporidies vivant librement dans les cavités.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Raoul Bayeux* (prés. par M. A. Desgrez). — **Hématolyse et hématopoièse à la très haute altitude et dans l'air expérimentalement raréfié.**

La respiration en air raréfié détermine une hémolyse toxique dont le résultat clinique est le mal de montagne, et le résultat biologique, une véritable *anémie érythrocytique*. C'est cette anémie qui provoque l'hématopoièse, comme le ferait une saignée.

On conçoit que l'altitude moyenne (altitude de cure), puisse épurer le sang en détruisant les globules rouges fragiles ou malades, et en les remplaçant par des globules jeunes et sains.

MÉDECINE. — *Stefan Jellinek* (prés. par M. d'Arsonval. — **Accidents électriques et respiration artificielle.**

L'auteur insiste sur le fait que des électrocutés, considérés comme morts, peuvent être rappelés à la vie grâce à la respiration artificielle. Il préconise : 1° la création de *Stations électropathologiques*, autant pour le traitement des malades selon les règles de la science, que pour l'instruction des médecins et aussi pour l'instruction des ingénieurs ; 2° l'organisation d'un nouveau service de secours dans les usines et établissements électriques, comprenant une équipe d'hommes désignés pour les premiers secours et munis d'outils nouveaux.

Ces observations confirment les expériences que M. d'Arsonval a publiées il y a une quarantaine d'années. Une Commission interministérielle est actuellement réunie, sous sa présidence, au Ministère des Travaux publics pour s'occuper de ces graves et multiples questions. P. GUÉRIN.

Séance du 4 janvier 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Gevrey.* — **Résolution de problèmes aux limites sans fonctions de Greens.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. Hadamard). — **Quelques généralisations des théorèmes sur les séries qui admettent des lacunes,.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *E.-F. Collingwood* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur un théorème de M. Valiron.**

— *Julius Wolff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'itération des fonctions holomorphes dans une région, et dont les valeurs appartiennent à cette région.**

ÉLASTICITÉ. — *R. Chambaud* (prés. par M. Mesnager). — **Sur le potentiel interne dans les voûtes circulaires épaisses, et les notions de glissement moyen qui s'en déduit.**

HYDRODYNAMIQUE. — *E.-G. Barrillon* (prés. par M. Rateau). — **Au sujet de la part de résistance de remorquage d'un flotteur due à la formation d'un champ de vagues.**

Les essais effectués par l'auteur montrent qu'il est possible d'annuler la résistance directe de remorquage d'un flotteur en le plaçant dans un champ de vagues artificiel convenable, et que les interférences entre divergentes sont aussi importantes que les interférences entre transversales, qui seules jusqu'ici servaient de base à l'explication des variations de résistance à vitesse constante observées par les flotteurs à partie cylindrique variable.

HYDRAULIQUE. — *C. Camichel, L. Escande, M. Ricaud.* — **Sur la détermination des vitesses dans les liquides et le paradoxe de Du Buat.**

Cette note a pour objet divers perfectionnements concernant les méthodes de détermination des vitesses dans les fluides. 1° Tube de Pitot : le dispositif employé par l'auteur montre que l'appareil permet de mesurer des vitesses de l'ordre de 5 cm. par seconde correspondant à une dénivellation de l'ordre de $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre, par conséquent très difficile à déterminer très directement. 2° Moulinet : l'expérience montre que le péradoxe de Du Buat disparaît si l'on place l'obstacle dans un champ de vecteurs, vitesse uniforme. 3° Méthode chronophotographique : L'auteur a étendu la méthode photographique au régime turbulent en ce basant sur ce fait que les variations de vitesse, dans ce régime, sont beaucoup moins élevées qu'on ne le croit généralement.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *V. Bjerknes* (prés. par M. Deslandres). — **De la température des taches solaires.**

L'auteur développe une théorie tourbillonnaire des taches solaires : il établit par des formules que la dépression de température est une fonction très simple du rapport entre la dépression tourbillonnaire et l'épaisseur du tourbillon, et donne l'explication du paradoxe des basses températures que présentent les taches solaires.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante. Les globes noirs et blancs sans lumière propre.**

Les globes blancs sans lumière propre pouvant être considérés comme des globes orangés renfermant du soufre dont la couleur bleue, lors de sa combustion, donne en se superposant à l'orangé un blanc d'intensité très inférieure à celui qu'émet directement un corps noir incandescent. Dans les globes noirs, il s'agit de foudres *habillées*, la matière fulminante étant entourée d'un vêtement de vapeurs noires très denses ou de vapeurs blanches ou grises très claires. Si le vêtement est *collant*, les foudres sont des sphères noires, blanches ou grises, s'il est flottant, la foudre est un petit nuage noir blanc ou gris masquant la masse ignée intérieure. Les foudres noires ne laissent rien passer de la lumière intérieure.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau* (prés. par M. G. Ferrié). — **La pression du temps et la variation diurne des atmosphériques.**

On distingue trois allures de la variation diurne des parasites atmosphériques, allures qui en se combinant peuvent donner lieu à des variations en apparence très complexes : Elles sont, en outre, diversement sensibles aux influences saisonnières et peut-être aussi à l'influence de la latitude et

Digitized by Google

de la situation géographique. L'auteur montre l'importance que possède la distinction entre les variations au point de vue de la prévision du temps.

POLARIMÉTRIE. — *A. Cotton et R. Descamps.* — **Sur un spectro-polarimètre photographique pour l'ultra-violet.**

Le principe sur lequel repose l'intrument réalisé par les auteurs consiste d'abord à faire en sorte que le mouvement de rotation de l'analyseur produise un déplacement de l'image à enregistrer sur la surface sensible. En outre, au lieu d'enregistrer seulement un nombre déterminé d'images correspondant à un certain nombre fini de valeurs fixes pour l'angle θ, on enregistre la variation continue de l'intensité qui accompagne la variation continue de l'angle θ. Enfin on peut supprimer le limbe divisé du polariseur et de l'analyseur en faisant décrire à l'image un cercle de grand rayon de manière que de petites rotations déplacent celle-ci de quantités facilement mesurables.

PHYSIQUE. — *Th. Vautier.* — **Propagation d'ondes sonores courtes et de faible pression.**

Les auteurs ont poursuivi les essais dont ils ont exposé les résultats dans une note précédente (*C. R.* 181, 1925, p. 1055). Ils montrent que les ondes d'étincelle de diverses puissances ont la même vitesse (330 m. 58) ; celles des amorces de pistolet également. Au point de vue de la portée des ondes, l'oreille entend les étincelles de 28 mm. après 4.920 m. et 2 réflexions. C'est surtout la distance explosive qui fait croître la portée ; à même distance explosive elle augmente avec la puissance.

ATOMISTIQUE. — *F. Holweck* (prés. par M. Jean Perrin). — **Potentiel critique K du Néon.**

L'auteur a appliqué au néon la méthode décrite précédemment (*C. R.* 180, 1925, p. 266 et 658). La courbe $I = f(V)$ du courant d'ionisation en fonction de la différence de potentiel sous laquelle sont produits les rayons X présente une discontinuité très franche pour 682 ∓ 3 volts (moyenne de six mesures) ; c'est le potentiel critique K.

RAYONS X. — *Jean Thibaud* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Détermination en valeur absolue des longueurs d'onde de rayons X au moyen d'un réseau par réflexion tracé sur verre.**

L'auteur a utilisé un tube démontable à anti-cathode de cuivre marchant au régime continu de 14 milliampères et 12 cm. d'étincelle. Le pinceau utile délimité par deux fentes de (0 mm. 6 à 0 mm. 1), à 18 cm. l'une de l'autre, tombe sur un réseau plan sur verre de 200 traits au millimètre, n'ayant pas 4 mm. de largeur afin de diminuer l'incertitude sur l'origine des faisceaux diffractés. Le réseau est monté sur un goniomètre très précis. Les temps de pose varient de 10 minutes à 2 heures pour D allant de 40 à 130 cm.

SPECTROSCOPIE. — *Pierre Sève* (prés. par M. A. Cotton). — **Spectrographe à plaque non inclinée.**

Les lentilles achromatiques en quartz-fluorine utilisées dans la construction des spectrographes deviennent d'un emploi impossible faute de pouvoir actuellement se procurer de la fluorine sans défaut. On peut également utiliser des miroirs concaves métalliques, mais celui qui sert d'objectif doit avoir une grande ouverture si l'on désire un champ un peu étendu. L'auteur a imaginé un dispositif permettant d'obtenir le même résultat avec un seul miroir de faible ouverture et deux lentilles simples. Une figure donne le schéma de l'instrument.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Mondain Monval* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les propriétés thermiques du soufre visqueux.**

L'auteur a déterminé les quantités de chaleur abandonnées par 1 gr. de soufre porté à une série de températures (variant de 60 à 270°) en se refroidissant jusqu'à la température ambiante, soit 15°, au sein d'un Calorimètre. Il résulte de ces expériences que la transformation du soufre liquide en soufre visqueux, vers 160°, se fait avec une absorption de chaleur très notable qui correspond à 2 cal. 8 ± 0 cal. 1 par gramme.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *P. Taradoire* (prés. par M. Charles Moureu). — **L'oxydation rapide des huiles siccatives et les antioxygènes.**

L'exposition à l'air d'un coton imbibé d'un mélange d'huile siccative, d'essence de térébenthine et d'un siccatif produit un échauffement de la masse provoquant une inflammation spontanée, paraissant due à une oxydation des huiles siccatives. Les auteurs ont ainsi été amenés à rechercher si les antioxygènes signalés par MM. Moureu et Dufraisse pouvaient empêcher l'oxydation de ces huiles. A la température ordinaire le soufre n'empêche pas l'oxydation, mais vers 100° il acquiert les propriétés antioxygènes et arrête la réaction. Ces résultats viennent à l'appui de l'opinion émise par MM. Moureu et Dufraisse sur l'inertie chimique que présente le soufre à la température ordinaire et sur l'action antioxygène qu'il doit exercer lorsque la température s'élève.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. Bert et P. Ch. Dorier* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur une synthèse complète du thymol à partir de l'alcool isopropylique.**

Partant de l'alcool isopropylique on obtient successivement le bromure d'isopropyle, le cumène, le chlorure de cumyle, le paracymène, le nitro-2-*p*-cymène, l'amino-2-*p* cymène, l'acétyl-amino-2-bromo-5-*p*-cymène, l'amino-2-bromo-5-*p*-cymène, le chlorure de bromo-5-*p*-cymène diazonium, le bromo-5-*p*-cymène dont le dérivé magnésien conduit, après action de l'eau, au thymol synthétique qui possède toutes les propriétés du thymol naturel.

— *G. Hugel* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Combinaisons hétéro-cycliques renfermant de l'iode ou du brome pentavalent.**

En mélangeant des solutions aqueuses froides d'orthophénylénediamine et d'acide iodique, il se forme un précipité noir, l'hydroxyde de piaziodonium, substance dans laquelle on peut admettre un cycle penta-atomique où il entre 2 at de carbone, 2 at d'azote et 1 at d'iode. Cet exemple constituerait le premier cas d'un atome d'iode polyvalent entrant comme constituant dans un cycle.

— *Orékhoff et Tiffeneau* (prés. par M. Béhal). — **Transposition des aldéhydes trisubstitués en cétones disubstituées.**

Les résultats obtenus montrent que les aptitudes migratrices des quelques radicaux envisagés varient avec la nature et le nombre des substituants ; toutefois les cas étudiés ne sont pas encore assez nombreux pour tirer des conclusions concernant les rapports de ces aptitudes avec les capacités affinitaires. D'autre part on constate que les produits de transpositions de ces aldéhydes trisubstitués sont exactement les mêmes que ceux fournis par la déshydratation sulfurique des glycols dont ces aldéhydes dérivent. L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *Julien Costantin et Joseph Magrou.* — **Contribution à l'étude des racines des plantes alpines et de leurs mycorhizes.**

Les mycorhizes jouent un très grand rôle dans la flore alpine comme dans la flore arctique. Les unes sont ectotrophes, les autres endotrophes. Les auteurs donnent une longue liste d'espèces pourvues de mycorhizes et appartenant aux familles les plus diverses. La répartition des plantes symbiotiques est liée à celle des Champignons souterrains.

— *P. Lavialle* (prés. par M. Guignard). — **Le développement de l'anthère et du pollen chez *Knautia arvensis* Coult.**

Par suite de résorption des autres cellules-mères définitives, il n'existe plus, finalement, qu'une file unique de ces cellules dans l'axe du sac pollinique. Les produits de résorption des cellules du massif qui ne sont jamais entièrement consommés, forment une couche membraniforme, brillante et épaisse, entre la file et la paroi de l'anthère.

Digitized by Google

Il n'y a jamais formation d'assise mécanique véritable, les éléments sous-épidermiques de l'anthère mûre étant détruits avant toute différenciation.

— *Pierre Dangeard* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur la flore des Péridiniens de la Manche occidentale.**

Au cours de plusieurs croisières à bord du *Pourquoi-Pas?* l'auteur a été frappé par la répartition très spéciale de certains organismes du phytoplankton qui sont parfois très abondants à l'entrée de la Manche et ne se retrouvent plus qu'à l'état sporadique dans l'intérieur de cette mer. Au sud de Lizzard et au nord d'Ouessant, il y a prédominance des grands *Ceratium*. Dans la région intermédiaire, c'est-à-dire dans l'axe de la Manche, il existe très peu de Péridiniens. Les *Ceratium* que l'on y observe s'y présentent plus ou moins à l'état de débris.

— *G. Nicolas* (prés. par M. Molliard). — **Un exemple nouveau et certain de parasitisme chez les Hépatiques.** (*Marchantia polymorpha* L).

L'auteur signale l'existence certaine, dans le *Marchantia*, d'un *Pythium* qui diffère du *P. de Baryanum* par ses sporocystes intercalaires disposés en chapelets et par la plus petite taille de ses œufs. C'est peut-être une race du *P. de Baryanum* spéciale au *Marchantia*.

GÉOLOGIE. —*Joseph Péneau.* — **Sur la présence de Clyménies et l'extension du Dévonien supérieur dans le sud-est du Massif Armoricain.**

Deux faits nouveaux font l'objet de cette Note : 1° présence de Clyménies du groupe de *Cl. lœvigata* dans le Massif Armoricain ; 2° grande extension du Frasnien et du Famennien marins dans l'extrémité orientale du pli d'Angers, Saint-Julien-de-Vouvantes.

D'où il ressort que la grande transgression qui se produisit en Europe des couches à *Cl. annulata* et *Cl. lœvigata* a atteint le Sud-Est du Massif Armoricain.

HYDROGÉOLOGIE. — *E.-A. Martel* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur l'abîme Bertarelli (Istrie) profond de 430 m.**

L'auteur expose dans quelles conditions les spéléologues italiens ont exploré cet abîme naturel situé à 33 km. sud-est de Trieste. Comme la coupe de l'abîme révèle 50 m. de marnes éocènes, 295 m. de calcaire nummulitique et 85 m. de calcaire liburnien, la forme synclinale se trouve nettement confirmée sous terre.

LITHOLOGIE. — *Const. A. Kténas.* — **Les enclaves et les cendres de Fouqué Kameni.**

Tandis que l'éruption actuelle de Santorin se rapproche beaucoup de celle de 1866 par la constitution de ses laves et de leurs enclaves, elle en diffère par la nature des cendres rejetées. Outre les fragments projetés incontestablement à l'état solide, les cendres de l'éruption actuelle contiennent des éléments qui peuvent porter à penser à une pulvérisation des portions du magma encore pâteux.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Louis Daniel* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Hérédité de la propriété remontante chez les plantes greffées.**

Si le greffage est un des facteurs capable de provoquer chez les épibiotes l'apparition accidentelle de la propriété remontante, celle-ci est partiellement héritée par les descendants de ceux-ci, dans les conditions expérimentales de l'auteur. Ce sont de nouveaux exemples de variations produites par la symbiose dans les caractères physiologiques des associés et du parallélisme de la réaction sur le soma et sur le plasma germinatif.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur la biologie de la Truite-Omble du Moyen Atlas** (*Salmo Pallaryi*, **Pellegrin**).

L'auteur donne un certain nombre d'indications (dimensions, poids, reproduction, etc.) sur cet excellent poisson qui habite l'Aguelman Sidi Ali ou Mohamed, lac profond du Moyen Atlas situé à une altitude de 2.150 m. environ, et dont il serait intéressant de poursuivre la propagation.

— *André Migot et Adolf Portmann* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Sur un Actiniaire nouveau de la Méditerranée (Chondranthus denudatum** n. g. n.sp.).

Le trait le plus remarquable de cet Actiniaire nouveau est l'allongement considérable de la sole pédieuse déterminant un plan de symétrie bilatérale. Dans la sole pédieuse, l'ectoderme est extrêmement développé. En dehors de rares nématocystes et des cellules nerveuses normales, l'ectoderme présente deux éléments essentiels : 1° des cellules glandulaires typiques ; 2° des éléments de soutien très caractéristiques : les *tonofibrilles*.

L'auteur place le genre *Chondranthus* dans la sous-tribu des *Mesomyaria* et la famille des *Paractidæ* telle que l'entend Stephenson.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Henri Couturier* (prés. par M. Roux). — **Toxicité du sérum mis en contact avec l'amidon.**

Une préparation de sérum de cobaye amidonné injectée dans la jugulaire du cobaye donne, au bout de 3 minutes, un choc du type anaphylactique tout à fait caractéristique ; tous les symptômes de l'anaphylaxie vraie sont observés : prurit, hoquet, convulsions, coma et mort.

Il est probable que le choc observé ne provient pas de l'amidon lui-même, mais d'un complexe amidon-sérum. Ce complexe est éliminable par centrifugation prolongée ; il ne s'agit donc pas d'un produit soluble, mais d'un floculat. L'agent nocif est un floculat plus ou moins visible.

— *Mme L. Randoin, J. Alquier, Mlles Asselin et Charles* (prés. par M. E. Leclainche). — **Reproduction, croissance et équilibre alimentaire.**

Les conditions d'équilibre alimentaire assurant le mieux la croissance ne sont pas toujours celles qui favorisent le mieux les fonctions de reproduction. Le beurre apporte des principes, indispensables à la fécondation. Mais si le régime son+beurre semble suffire au mâle (expériences sur rats blancs), il n'en est pas de même pour la femelle qui ne peut mener à bonne fin la gestation et l'élevage des petits sans la caséine.

Le beurre et la caséine étant présents dans le régime, il faut encore tenir compte de la nécessité d'un équilibre entre les composants minéraux et les composants énergétiques, spécialement pour la femelle.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Jean Roche* (prés. par M. Henneguy). — **Action de la température sur la respiration *in vitro* des tissus d'homéothermes et de pœcilothermes.**

Un tissu d'homéotherme *in vitro* se comporte comme un animal poïkilotherme.

A une même température, la consommation d'oxygène est beaucoup plus élevée chez le muscle de Pigeon que chez celui de Grenouille. Les variations de l'intensité respiratoire en fonction de la température sont moins marquées chez les tissus du pœcilotherme que chez celui de l'homéotherme. La régulation du pœcilotherme serait basée sur la structure même du protoplasme.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Marcel Duval et Marcel Prenant* (prés. par M. L. Joubin). — **Concentration moléculaire du milieu intérieur d'un Ascidie** (*Ascidia mentula* Müll.).

Au point de vue de la physiologie de son milieu intérieur, l'Ascidie, Invertébré considéré comme très élevé en organisation, fait en quelque sorte la transition entre les autres Invertébrés marins dont le sang est isotonique avec l'eau ambiante et les Sélaciens dont le sang, plusconcentré que l'eau de mer, doit une partie de cette concentration à des substances organiques.

Digitized by Google

— *J.-E. Abelous et L.-C. Soula* (prés. par M. Charles Richet). **Sur la fonction cholestérogénique de la rate ; influence de la sécrétion interne splénique sur la cholestérogenèse dans les muscles.**

La rate joue un rôle de première importance dans la formation de la cholestérine. Ce n'est pas un enrichissement direct en cholestérine que détermine la suractivité rationnelle de la rate, mais un enrichissement indirect par la transformation sous l'influence d'une sécrétion endocrine de certaines substances (acides gras) en cholestérine.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton et André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **La structure et le cycle évolutif des Infusoires des mues de Crustacés et leur place parmi les *Fœttingeriidæ*.**

Le « chromatophore » des *Polyspira* et *Gymnodinioides* n'est qu'une masse alimentaire absorbée et imprégnée de pigment. Le ciliature de ces Infusoires dérive du type à stries méridiennes multiples des Holotriches primitifs. Leur rencontre constante dans les mues doit tenir à l'existence du Cilié à l'état de kystes phorétiques sur la carapace et non à l'intérieur du Crustacé. Par l'ensemble de leurs caractères, ces Infusoires doivent prendre place avec les *Spirophyra* dans la famille des *Fœttingeriidæ*.

— *Jivoin Georgévitch* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur le cycle évolutif de *Pleistophora periplanetæ*.**

L'auteur a décrit, dans une Note précédente, la spore de *Pleistophora periplanetæ*, sporozoaire vivant dans les tubes de Malpighi de la Blatte. Il décrit, aujourd'hui, la marche de la schizogonie et de la sporogonie.

Ce parasite, tout en revêtant l'aspect microsporidien, est en réalité très proche des Myxosporidies, surtout des *Coccomyxidæ*.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les Mécanismes, par G. H. C. HARTMANN, Chef des Travaux Pratiques de Mécanique à l'École Polytechnique. In-8° de 452 pages avec 388 figures. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : 60 francs.

Depuis la publication, déjà lointaine, des excellents traités de cinématique de Laboulaye et de Reuleaux, bien peu d'auteurs ont étudié les lois des mouvements en eux-mêmes et leurs applications aux mécanismes.

M. G. H. C. Hartmann, particulièrement compétent, reprend cette question dans un livre qui sera utile, non seulement aux techniciens mais à tous ceux qui désirent acquérir des connaissances précises sur les mécanismes.

Après quelques préliminaires géométriques indispensables, l'auteur expose la théorie des secteurs, puis étudie la cinématique pure, qu'il subdivise en Théorie des Mouvements et Géométrie Cinématique, cette deuxième partie ayant pour objet les constructions géométriques qui découlent de la première.

Tous ces prolégomènes, exposés avec une grande clarté, constituent environ le quart de l'ouvrage.

Dans la Théorie des Mécanismes — 300 pages environ — nous trouvons les procédés pratiques connus de la transmission et de la transformation des mouvements, c'est-à-dire les mécanismes simples qui sont les organes des machines. La classification de Willis forme le cadre de la table des matières, beaucoup plus complète d'ailleurs que le tableau classique.

Nous ne croyons pas qu'un seul mécanisme ait échappé à l'analyse concise et précise de M. Hartmann. Pour certains mécanismes et afin d'augmenter la clarté, l'auteur a rapproché l'étude du mécanisme, des conditions géométriques de son fonctionnement. Cela facilite la lecture d'un ouvrage, d'ailleurs parfaitement ordonné et qui se termine par l'examen des appareils propres à la détermination expérimentale de la loi d'un mouvement, appareils de mesure grapho-mécaniques.

Ed. M.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Dr Philippe Navarre. — Le laboratoire dans la médecine journalière. In-16 de 208 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

P. Job. — Les Méthodes physiques appliquées à la Chimie. In-8 de 260 pages avec 126 figures (*Collection de Physique et Chimie*). Doin éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Raoul d'Harcourt. — Les civilisations disparues. I. L'Amérique avant Colomb. In-18 de 150 pages. Stock, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

Henri de Kerillis. — De l'Algérie au Dahomey. Voyage effectué par la seconde Mission Gradis, 15 novembre-11 décembre 1924. In-12 de 245 pages avec 65 figures et une carte. Plon, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

M.-E. Piernet. — Théorie générale sur les courants alternatifs. Fasc. II. Les alternateurs. In-8 de 144 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Mémorial des Sciences mathématiques. — Fasc. V. *P. Lévy.* — Analyse fonctionnelle. In-8 de 56 pages. — Prix : 10 francs.

Fasc. VI. *E. Goursat.* — Le problème de Bäcklund. In-8 de 53 pages. — Prix : 10 francs.

Fasc. VII. *A. Buhl.* — Séries analytiques. Sommabilité. In-8 de 55 pages. — Prix : 10 francs.

Fasc. VIII. — *Th. de Donder.* — Introduction à la gravifique einsteinienne. In-8 de 55 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Serge Bernstein. — Leçons sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques d'une variable réelle. In-8 de 204 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

G. Ginestous. — Étude climatologique du Golfe de Tunis en vue de l'Aéronautique et de l'Aviation. In-8 de 215 pages avec figures. Guénard, éditeur, Tunis.

Georges Matisse. — Les sciences physico-chimiques et mathématiques. In-16 de 318 pages avec 31 figures (*Collection Payot*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Vugnon. — La construction économique. Matériaux et compositions divers. Suite et complément à l'Industrie des agglomérés et pierres artificielles. In-8 de 150 pages avec 56 figures. Edition de la Revue des Matériaux de Construction et de Travaux publics, Paris. — Prix : 20 francs.

Le Gérant : M. HEDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 3 — 64e ANNÉE — 13 FÉVRIER 1926

SADI CARNOT ET LA THERMODYNAMIQUE (1)

Il y a un siècle environ paraissait à la Librairie Bachelier, 55, quai des Augustins, un opuscule de 118 pages, modestement intitulé : « *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance* », par S. Carnot, ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

L'auteur était âgé de vingt-huit ans. Ce fut le seul ouvrage qu'il publia. Huit ans plus tard, en 1832, il mourait victime de l'épidémie de choléra, et conformément aux règlements sanitaires de l'époque, ses effets et ses papiers étaient brûlés pour éviter la contagion. On put cependant sauver quelques notes personnelles et un petit cahier manuscrit, d'une valeur scientifique inestimable, dont près d'un demi-siècle plus tard, en 1878, son frère cadet Hippolyte Carnot fit hommage à l'Académie des Sciences, dans les archives de laquelle il se trouve aujourd'hui.

Le livre de Carnot sur la puissance motrice du feu passa presque inaperçu. Cependant, en 1834, deux ans après la mort de l'auteur, Clapeyron donnait au tome XIV du *Journal de l'Ecole Polytechnique* un mémoire des plus remarquables, dans lequel il proposait une représentation graphique qui rend plus facilement accessibles les raisonnements de Carnot et qui est devenue d'un usage courant ; il en déduisait de plus une formule dont l'importance s'est révélée comme capitale pour la physique aussi bien que pour la chimie.

En 1845, le physicien anglais William Thomson, venu à Paris pour achever son éducation scientifique, et très familier avec les travaux de l'Ecole française, eut son attention appelée sur le travail de Clapeyron et par là même sur celui de Carnot ; il chercha en vain à se procurer ce dernier ; il n'y parvint qu'en 1848 ; presque aussitôt d'ailleurs, il en développa brillamment une des applications les plus originales : l'échelle absolue des températures.

Une vingtaine d'années plus tard, en 1870, Clausius qui s'était illustré par de nombreux mémoires sur la même branche de la Science déclarait n'avoir jamais réussi à trouver l'ouvrage de Carnot et ne le connaître que par les citations de Clapeyron et de Thomson.

C'est ce petit livre, qui fit d'abord si peu de bruit dans le monde, dont nous célébrons aujourd'hui le centenaire. C'est qu'en effet, pareil à ces fleuves issus d'une humble origine qui donnent la vie à des pays immenses, le courant d'idées sorti des conceptions de Carnot a toujours été grandissant et féconde aujourd'hui tout le vaste domaine des sciences physico-chimiques.

Le jeune physicien était trop en avance sur ses contemporains pour être compris d'eux. Un siècle écoulé depuis a mis à leur place les hommes et les choses. Plus sûrement que de gros volumes, ces courtes pages préserveront à jamais de l'oubli le nom de Nicolas-Léonard-Sadi Carnot.

(1) Conférence faite lors de la séance solennelle donnée le 20 janvier 1926 par la Société des Ingénieurs Civils de France, sous la présidence de M. le Président de la République, pour célébrer le centenaire de la publication de l'ouvrage de Sadi Carnot sur la puissance motrice du feu.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

L'histoire nous montre que les penseurs qui ont exercé l'influence la plus profonde sur le développement de l'humanité peuvent appartenir à deux familles bien différentes.

Certains d'entre eux, pareils à de vivants miroirs, réfléchissent, en les clarifiant, toutes les connaissances, toutes les passions de leur époque ; leur rôle est d'amener au jour les idées qui s'agitent en chacun de nous, parfois à son insu. Ce sont, comme se vantait de l'être le fils de Phénarète, les accoucheurs des esprits. Telfut Voltaire.

D'autres au contraire, plus secrets et plus profonds, semblent illustrer le mot d'Ampère : « Le génie est la faculté d'aperçevoir les rapports lointains des choses ». Ils vivent solitaires. Leur temps les ignore. Mais les années s'écoulent, et un siècle plus tard leur pensée est devenue la pensée de tous. De ceux-là fut Sadi Carnot.

Fils de Lazare Carnot, l'organisateur de la Victoire et l'auteur d'ouvrages de mécanique réputés, Sadi avait été élevé par son père à l'école des savants du XVIII^e^ siècle, renommés pour la clarté de leur pensée et de leur style. Son livre est si limpide que le mieux, pour en donner une idée, est d'en citer textuellement quelques-uns des principaux passages. Bien rares sont ceux qui ont vieilli.

Le but que Carnot avait en vue était essentiellement pratique et patriotique : « Personne, dit-il, en débutant, n'ignore que la chaleur peut être la cause du mouvement, qu'elle possède même une grande puissance motrice : les machines à vapeur, aujourd'hui si répandues, en sont la preuve parlante à tous les yeux », et il poursuit en signalant les services grandissants que la machine à vapeur a rendus à l'Angleterre et qui s'annonçaient déjà comme devant lui assurer, grâce à ses mines de houille, l'incontestable hégémonie industrielle qu'elle a possédée durant presque tout le XIX^e^ siècle.

Il remarque que « les machines qui tirent leur mouvement de la force de l'homme ou des animaux, des chutes d'eau, des courants d'air, peuvent être étudiées jusque dans leurs moindres détails par la théorie mécanique » et il ajoute : « Une semblable théorie manque évidemment pour les machines à feu. »

C'est cette théorie que Carnot a voulu établir. Il en a posé les bases avec une prescience qui nous confond, avec une sûreté telle qu'elles n'ont jamais été ébranlées.

En face de l'antique et glorieux monument de la mécanique rationnelle, œuvre des longs efforts des chercheurs de l'antiquité, de la Renaissance, et des temps modernes, des Archimède, des Képler, des Galilée, des Newton, des Laplace, il a dressé du premier coup un édifice nouveau, construit sur d'autres fondements, bâti par d'autres procédés, la thermodynamique, ou, pour l'appeler d'un nom plus général, l'énergétique.

Pour ce faire, il a mis au premier plan une idée à laquelle personne n'avait pensé avant lui à faire appel dans ce domaine, même pas ceux de ses prédécesseurs, comme Lavoisier, Laplace, Rumford ou Davy, dont les conceptions générales sur la chaleur se rapprochent le plus des nôtres. Cette idée c'est celle du travail mécanique, qui est une grandeur mesurable expérimentalement.

« Nous nous servons, dit Carnot, de l'expression puissance motrice pour désigner l'effet utile qu'un moteur est capable de produire. Cet effet peut toujours être assimilé à l'élévation d'un poids à une certaine hauteur ; il a, comme on sait, pour mesure le produit du poids par la hauteur dont il est censé élevé. »

« Les géomètres seuls, a dit Gabriel Lippmann, faisaient usage de la notion du travail. Sadi Carnot imagina de l'introduire dans la physique ; ce fut là le point de départ de la physique moderne. »

Partant du principe de l'impossibilité du mouvement perpétuel, familier aux mécaniciens du XVII^e^ et du XVIII^e^ siècle, Carnot imagine, pour l'appliquer aux machines à feu, des modes de raisonnement entièrement nouveaux, d'un type absolument différent de ceux de la mécanique classique, mais dont la rigueur et la généralité n'ont fait que s'affirmer avec le temps.

La première de ces notions nouvelles est celle des *cycles*, ou ensembles d'opérations à la fin desquelles les corps agissants ont repris leur état initial. A cette condition seulement on a le droit de parler de relation entre le travail produit et la chaleur employée.

En particulier, Carnot a inventé le cycle composé de deux isothermes et de deux adiabatiques, resté célèbre dans la Science et qui a conservé son nom.

La seconde de ces notions est celle de *réversibilité*, qu'il a associée à la conception de machine thermique parfaite, pouvant fonctionner indifféremment dans un sens ou dans le sens opposé avec production des mêmes phénomènes en sens inverse. La réversibilité exige que les états successifs des systèmes en évolution restent toujours infiniment voisins de l'état d'équilibre et qu'il n'y ait nulle part de variation brusque de vitesse ou de température.

Le point de départ de Carnot est la remarque que, dans toute machine à feu, il y a chute de température. La condition nécessaire à la production de travail est l'emploi de deux sources à des températures différentes, telles que la chaudière et le condenseur de la machine à vapeur.

Ceci posé, la considération de deux machines

Digitized by Google

parfaites, fonctionnant en sens inverse et associées ensemble, lui permet d'arriver à l'énoncé célèbre qui porte le nom de principe de Carnot : « Le maximum de puissance motrice résultant de l'emploi de la vapeur est aussi le maximum de puissance motrice réalisable par quelque moyen que ce soit. La puissance motrice de la chaleur est indépendante des agents mis en œuvre pour la réaliser; sa quantité est fixée uniquement par les températures des corps entre lesquels se fait en dernier résultat le transport du calorique ». On a proposé depuis bien des formules différentes pour exprimer ces mêmes vérités : aucune n'est supérieure à l'énoncé originel.

En d'autres termes, le rendement d'une machine parfaite est indépendant des propriétés des corps employés et uniquement fonction des températures de la source chaude et de la source froide.

Quelle est cette fonction? Carnot la laissa indéterminée. Son raisonnement offre une telle généralité qu'il n'implique aucune hypothèse sur la nature de la chaleur.

Mais si nous voulons expliciter cette fonction de manière à arriver à l'évaluation numérique du rendement réclamée par les praticiens, il est nécessaire de préciser. L'application du cycle de Carnot aux gaz dont les lois de variations de volume avec la température et la pression étaient déjà connues à cette époque, permet d'y parvenir sans difficulté.

Remarquons d'abord que ces lois conduisent à mesurer les températures en prenant les nombres qui les expriment dans l'échelle centigrade, augmentés de 273 degrés. Carnot le faisait déjà, mais en adoptant le nombre 267 degrés qui résultait des mesures de Gay-Lussac.

Ceci posé, si on admet l'équivalence de la chaleur et du travail mécanique, on trouve que le rendement cherché est égal au quotient de la différence des deux températures extrêmes par la plus élevée d'entre elles. Telle est l'expression classique aujourd'hui.

Si au contraire on adopte, comme le faisaient les physiciens de cette époque, l'hypothèse de la matérialité et de la conservation du calorique, un calcul facile indique que le rendement est égal au logarithme du rapport des deux températures.

Ces deux expressions se confondent d'ailleurs dans le cas fort important d'un cycle infiniment petit qu'a considéré Clapeyron, car la quantité de chaleur dépensée dans le parcours d'un cycle qui est regardée comme nulle dans la seconde hypothèse, est, dans la première hypothèse, proportionnelle à la surface, c'est-à-dire à un infiniment petit du second ordre; elle est donc négligeable.

S'appuyant sur le fait que Carnot, dans divers passages de son livre, raisonne commme ses contemporains dans l'hypothèse de la conservation du calorique, divers auteurs postérieurs ont prétendu qu'il aurait dû aboutir à la seconde expression, laquelle est inexacte et ont voulu lui imputer une erreur qu'il n'a pas commise.

En réalité, Carnot n'a donné aucune des deux expressions. Il n'y a rien à retoucher à ses raisonnements et les cycles d'opérations qu'il a imaginés s'appliquent aussi bien à la première hypothèse qu'à la seconde. Sa formule a besoin d'être précisée, mais non d'être modifiée. Les auteurs qui ont cru le contraire, comme Clausius et Maxwell, ne connaissaient pas son traité et n'en parlaient que par ouï-dire.

Si Carnot a préféré rester dans le vague, la raison en apparaît à la lecture de son livre : c'est que ses idées sur la nature même de la chaleur n'étaient pas encore entièrement arrêtées. Il ne se croyait pas autorisé à rejeter l'hypothèse, alors régnante, de la matérialité du calorique, mais il formulait expressément ses doutes dans les termes suivants : « Les principaux fondements sur lesquels repose la théorie de la chaleur auraient besoin de l'examen le plus attentif. Plusieurs faits d'expérience paraissent à peu près inexplicables dans l'état actuel de cette théorie. »

Cet examen nouveau qui lui paraissait nécessaire, nous savons par la publication de ses notes posthumes qu'il l'avait fait lui-même avec un plein succès. Les passages suivants sont caractéristiques à cet égard : « Lorsqu'une hypothèse ne suffit plus à l'explication des phénomènes, elle doit être abandonnée. C'est le cas où se trouve l'hypothèse par laquelle on considère le calorique comme une matière, un fluide subtil.

« Les faits d'expérience qui tendent à la détruire sont les suivants :

1° Le développement de la chaleur par la percussion ou frottement des corps (expérience de Rumford, frottement des roues sur les essieux, sur les axes). Ainsi la chaleur est créée par le mouvement.

2° Lorsqu'on fait jouer la pompe de la machine pneumatique, la température de l'air comprimé s'élève et il est expulsé à une température supérieure à l'air du dehors; ainsi il y a eu création de chaleur par le mouvement. »

Carnot continue en rappelant quelques autres faits du même genre et il achève cette énumération par l'expérience de Gay-Lussac qui devait être reprise plus tard par Joule. « Gay-Lussac a fait voir (dit-on) que si l'on mettait en communication entre eux deux récipients l'un vide, l'autre plein d'air la température s'élevait autant dans l'un qu'elle s'abaissait dans l'autre. »

De cette expérience qui montre que la détente d'un gaz sans travail extérieur n'entraîne aucune

Digitized by Google

variation de température, Carnot déduisit une méthode pour calculer l'équivalent mécanique de la calorie. C'est ce qui résulte du passage suivant de son manuscrit déjà publié par M. Raveau dans les comptes-rendus de l'Académie des Sciences du 17 mars 1919. « S'il est reconnu que les gaz ne changent pas de température lorsqu'ils se dilatent sans produire de puissance motrice, il s'ensuivrait :

1° Que la consommation de puissance motrice produit du calorique ;

2° Que la quantité produite est précisément celle dégagée par le gaz lors de sa réduction de volume. »

Et Carnot indique le cycle qui permet de calculer le coefficient de proportionnalité entre la chaleur et le travail.

Il est à noter que c'est sur cette expérience de Gay-Lussac que Mayer s'est appuyé, en 1812, pour calculer l'équivalent mécanique de la calorie. La méthode des cycles a permis à Carnot d'arriver au même résultat plus de dix ans plus tôt, et partant, comme Mayer, des données numériques alors admises, d'obtenir sensiblement le même nombre.

Voici la conclusion de Carnot : « La chaleur n'est autre chose que la puissance motrice, ou, plutôt, que le mouvement qui a changé de forme. C'est un mouvement dans les particules des corps. Partout où il y a destruction de puissance motrice, il y a, en même temps, production de chaleur en quantité précisément proportionnelle à la quantité de puissance motrice détruite. Réciproquement, partout où il y a destruction de chaleur, il y a production de puissance motrice. »

« On peut donc poser, en thèse générale, que la puissance motrice est en quantité invariable dans la nature, qu'elle n'est jamais, à proprement parler, ni produite ni détruite. A la vérité elle change de forme, c'est-à-dire qu'elle produit tantôt un genre de mouvement, tantôt un autre, mais elle n'est jamais anéantie. »

Carnot a d'ailleurs remarqué que si l'on regarde la chaleur comme un mode de mouvement, le principe de la conservation de l'énergie est une conséquence nécessaire des lois générales de la mécanique établies au XVIII^e siècle. Après les lignes que j'ai citées plus haut, il continue en effet dans les termes suivants :

« Le principe se déduit pour ainsi dire tout seul de la théorie mécanique : en effet le raisonnement nous apprend qu'il ne peut jamais y avoir de perte de force vive ou, ce qui est la même chose, de puissance motrice si les corps agissent les uns sur les autres sans se toucher immédiatement, sans véritable choc : or tout nous conduit à penser que les molécules des corps sont toujours séparées les unes des autres à quelque distance, qu'elles ne se touchent jamais immédiatement. Si elles se touchaient, elles devraient rester unies et par conséquent changer de forme. »

Le paragraphe suivant du manuscrit donne la précision définitive :

« D'après quelques idées que je me suis formées sur la théorie de la chaleur, la production d'une unité de puissance motrice nécessite la destruction de 2,70 unités de chaleur ».

L'unité de puissance motrice, ou dynamie, dont il est question ici, représente le travail effectué en élevant le poids de un mètre cube d'eau à un mètre de hauteur ; elle équivaut donc à 1.000 kilogrammètres. L'unité de chaleur correspondant donc à $\frac{1.000}{2,70}$ ou à 370 kilogrammètres.

Le nombre ainsi trouvé par Carnot pour l'équivalent mécanique de la calorie est celui qui résulte des données numériques dont on disposait alors pour le coefficient de dilatation et les chaleurs spécifiques de l'air. En 1842, Mayer se servant de ces mêmes données, arriva au nombre voisin, et même un peu moins exact, de 365 kilogrammètres. Un peu plus tard, Joule devait trouver par des expériences directes le nombre 425, plus élevé de 1/8 environ que les précédents.

Ainsi non seulement Carnot était arrivé à la notion de l'équivalence du travail mécanique et de la chaleur, et même à celle plus générale encore de la conservation de l'énergie, avant sa mort survenue en 1832, c'est-à-dire plus de dix ans avant Mayer et Joule, mais encore il avait fixé aussi exactement qu'on le pouvait à ce moment la valeur numérique de l'équivalent.

La puissance de sa réflexion l'avait amené, après avoir imaginé le type nouveau de raisonnements sur lequel repose toute la thermodynamique, à en découvrir les deux principes fondamentaux. C'est donc à juste titre que Sir William Thomson n'a pas craint d'écrire : « Dans toute l'étendue du domaine des Sciences, il n'y a rien de plus grand, à mon avis, que l'œuvre de Sadi Carnot. »

L'œuvre de Carnot se distingue par des traits frappants. Son originalité d'abord. Elle n'emprunte rien aux conceptions alors en vogue. A un moment où, sous l'influence des admirables résultats obtenus en mécanique céleste par Newton et Laplace, les théoriciens de la physique s'efforçaient de la plier aux disciplines et aux méthodes de la mécanique rationnelle, à un moment où fleurissaient les hypothèses moléculaires fondées sur l'existence supposée des forces centrales, Carnot inaugura des modes de raisonnement différents et pour lesquels — chose bien rare dans

Digitized by Google

la Science ! — il serait impossible de lui trouver aucun précurseur.

Tout d'abord, il faut l'avouer, ces raisonnements déconcertent un peu par leur extrême généralité et, si je puis dire, par leur caractère dépouillé. Le savant hollandais Van t'Hoff qui devait en tirer de brillantes conséquences pour la mécanique chimique a raconté qu'il mit longtemps à en saisir la portée et qu'il ne la comprit pleinement qu'après en avoir fait des applications particulières à des cas concrets.

Quoi de plus surprenant à première vue que cette affirmation de Carnot : si l'on fait fonctionner entre les deux mêmes températures une machine à vapeur d'eau et une machine à vapeur d'éther, le rendement sera le même. L'éther bout à 35°, l'eau à 100° ; la tension de la vapeur d'éther à 90° est égale à celle de la vapeur d'eau à 150°. Pour produire 1 gr. de vapeur d'éther il faut 5 fois moins de chaleur que pour 1 gr. de vapeur d'eau. L'éther, avec une moindre dépense de chaleur, met une pression plus grande à la disposition de l'ingénieur. Quelle compensation, l'eau peut-elle offrir? Carnot ne s'en inquiète pas. Toute compensation imparfaite permettrait le mouvement perpétuel. Cela suffit.

Nous savons aujourd'hui, après de longues et difficiles expériences, après bien des tâtonnements, des erreurs et des rectifications, que Carnot avait raison. Pour produire un travail, la vapeur d'éther doit se détendre ; en se détendant elle se refroidit sans effet utile. Ainsi se trouve réalisée la compensation.

Carnot a fort bien vu que l'égalité de rendement entraîne des relations nécessaires entre les tensions de vapeur, les volumes, la chaleur de vaporisation et le refroidissement par le travail. L'établissement de ces relations constitue une grande partie de la thermodynamique.

Carnot a fait remarquer également que le rendement indépendant de la nature des corps permet de taxer d'illusions les espoirs émis par ses contemporains, comme Davy et Faraday, qui se flattaient de trouver avec les corps très volatils, tels que les gaz liquéfiés, et notamment l'acide sulfureux liquéfié des succédanés avantageux de l'eau dans la machine à vapeur.

Les raisonnements de Carnot n'ont jamais été mis en défaut jusqu'ici. Les théories qui ont prétendu les méconnaître ou les renverser se sont toujours trouvées erronées. Seules ont survécu celles qui les ont respectés.

En particulier, il est remarquable que les nouvelles doctrines à allure parfois paradoxale développées depuis vingt ans, comme la théorie de la relativité, si elles proclament la nécessité de retoucher pour les rendre rigoureuses, à peu près toutes les formules de la mécanique rationnelle, laissent par contre intactes les lois de la thermodynamique. Elles ne respectent pas plus la notion newtonienne de la masse que les concepts si longtemps réputés intuitifs d'espace et de temps ; elles conservent en revanche la notion d'entropie.

Enfin, et surtout, l'œuvre de Carnot est marquée du signe de la fécondité. L'application de son principe indique à l'ingénieur le rendement maximum qu'il peut attendre d'une machine thermique ; pour employer un mot à la mode, elle fixe son plafond. Ce plafond n'est pas très élevé. Tandis que les rendements des machines mécaniques ou électriques atteignent couramment 90 ou 95 %, le principe de Carnot montre que les moteurs à vapeur usuels, étant données les limites de température entre lesquelles ils fonctionnent, ne peuvent dépasser des rendements de 20 à 40 %. Il serait illusoire de chercher mieux : ce serait se heurter contre un mur. En pratique les rendements atteignent à peine la moitié des précédents, en raison de la chaleur enlevée par les gaz de la combustion, par la conductibilité, par le rayonnement, par les résistances passives, par la commande des pompes de circulation et d'alimentation, par l'imperfection du cycle utilisé qui n'est pas celui de Carnot.

Il est donc permis d'essayer de combler cette marge du simple au double par des perfectionnements appropriés.

A cet égard les raisonnements contenus dans l'opuscule de Carnot ont gardé toute leur valeur et il est assez piquant de noter qu'un des procédés présentés en ce moment même comme le dernier mot de la nouveauté dans les grandes centrales à turbines d'Europe et d'Amérique, celui du soutirage de la vapeur pendant la détente pour échauffer l'eau d'alimentation des chaudières, a déjà été indiqué, et recommandé en principe tout au moins, par Carnot il y a plus de cent ans. Ce procédé a d'ailleurs simplement pour effet de rapprocher d'autant plus le cycle de Rankine de celui de Carnot que le nombre de soutirages de vapeur est plus grand.

Dans le même ordre d'idées, l'extrême importance que l'on attache dans les turbines modernes à perfectionner le vide du condenseur, paraîtrait surprenante si l'on ne savait que le rendement dépend de la température et qu'à un léger gain sur la pression du condenseur correspond un gain notable sur la température.

Si, de la physique pratique nous passons à la physique théorique, une des plus brillantes conquêtes des méthodes de Carnot a été la découverte des lois de la radiation.

Digitized by Google

Le rétablissement de l'équilibre des températures entre deux corps ne se produit pas seulement par l'intermédiaire des corps matériels, grâce aux mécanismes de la convection ou de la conductibilité ; il se produit également par rayonnement à travers le vide. Les lois théoriques de ce phénomène restèrent obscures et incertaines jusqu'au jour où on eut l'idée de leur appliquer le principe de Carnot. La notion des équilibres réversibles a amené à une conception nouvelle, celle du radiateur intégral ou corps noir. Les découvertes de l'égalité du pouvoir émissif et du pouvoir absorbant, de la pression de radiation, de la variation du rayonnement total en fonction de la température, de la loi du déplacement des couleurs en ont découlé successivement.

Un autre domaine où les méthodes de Carnot ont obtenu un succès encore plus inattendu, c'est celui de la chimie. Les raisonnements fondés sur les hypothèses purement mécaniques s'étaient montrés impuissants à éclaircir les problèmes de l'affinité chimique ; la considération du travail mécanique et des cycles réversibles a permis d'y arriver.

Si, laissant de côté les applications particulières nous nous élevons maintenant aux généralités de la philosophie naturelle, nous constatons que le principe de Carnot a donné lieu à de longues discussions qui touchent aux fondements mêmes de la Science.

S'il n'est pas à proprement parler en contradiction avec le principe de l'équivalence d'après lequel toutes les formes d'énergie, énergie mécanique, énergie électrique, énergie thermique, se transforment l'une dans l'autre suivant une relation de stricte proportionnalité, il se présente cependant à certains égards comme contrastant avec ce principe. Ce contraste n'avait pas échappé à Sadi Carnot lui-même, comme on le voit dans ses notes posthumes. Tandis que l'on peut transformer intégralement l'énergie mécanique ou l'énergie électrique en énergie calorifique, on constate que même dans les conditions les plus favorables, on ne peut transformer en travail mécanique ou électrique qu'une faible portion d'une quantité de chaleur. De plus, la première opération est simple ; la seconde est toujours malaisée. Comme l'a dit le poète latin : s'il est facile de descendre les pentes de l'Averne, il est ardu de les remonter.

...Facilis descensus Averno,
Noctes atque dies patet atri janua Ditis :
Sed revocare gradum, superasque evadere ad auras
Hoc opus, hic labor...

On est amené par là à établir une sorte de hiérarchie des énergies, à regarder certaines formes d'énergie comme d'un ordre plus élevé que d'autres. L'énergie électrique ou l'énergie mécanique représentent des formes supérieures. L'énergie calorifique est une forme inférieure et dégradée. De même que la mauvaise monnaie chasse la bonne, la proportion d'énergie calorifique va toujours en croissant. Tous les défauts des machines mécaniques ou électriques, insuffisance d'isolement, frottements, courants de Foucault, hystérésis, se traduisent par des échauffements locaux qui représentent des pertes de rendement.

On peut résumer les deux principes fondamentaux de la thermodynamique en disant que si la quantité de l'énergie d'un système isolé reste constante, sa qualité va toujours en baissant ; le premier principe est celui de la conservation de l'énergie, le second principe est celui de la dégradation de l'énergie.

Est-il permis d'aller plus loin et d'étendre cette notion de dégradation inéluctable à l'univers lui-même? Des savants illustres comme Clausius et Gibbs l'ont pensé. Selon eux, cette diminution de l'énergie utilisable, cet accroissement de l'entropie, que rien ne peut enrayer, ne sauraient avoir qu'un terme, l'état final de nivellement uniforme où, toutes les différences ayant disparu, aucun mouvement ne se produisant plus, le repos et l'immobilité régneraient partout. Ce serait la mort thermique de l'univers. Mais ces prophéties pessimistes qui prétendent embrasser l'ensemble de l'Univers échappent à tout contrôle et portent le cachet de la métaphysique plutôt que celui de la science positive.

Quoi qu'il en soit, le principe de Carnot implique que l'évolution d'un système isolé se fait dans un sens toujours le même ; il indique dans la nature une irréversibilité que rien dans les lois de la mécanique n'avait permis de soupçonner et qui semble même en contradiction avec les équations de Lagrange, expression la plus générale de ces lois.

Cette contradiction a pu être levée en tenant compte de l'ordre de grandeur des phénomènes et de l'échelle de nos perceptions temporelles et spatiales. Le principe de Carnot s'est présenté comme la première des lois d'un type nouveau ou lois statistiques, qui ne traduisent que des apparences moyennes, et qui n'ont de sens que dans les systèmes composés d'un nombre immense d'éléments. Sous la forme que lui a donnée Boltzmann : « l'entropie est proportionnelle au logarithme de la probabilité », il apparaît comme une illustration de la loi des grands nombres.

Les vérités physiques ne sont pas du même ordre que les vérités mathématiques. Les mathématiciens ne s'occupent que des rapports des grandeurs ; à aucun moment ils ne considèrent les

Digitized by Google

valeurs absolues de ces grandeurs. Les physiciens, au contraire, cherchant à établir des lois vérifiables par l'expérience, doivent prendre comme point de départ nos perceptions sensibles. De là vient que mathématiciens et physiciens emploient parfois les mêmes mots, tels que ceux de continuité et de discontinuité en leur donnant des sens différents.

Les physiciens modernes attribuent la lumière à des vibrations dont il se produirait plusieurs centaines de millions en un millionième de seconde.

A un être qui distinguerait des particules éloignées d'un trillionième de millimètre ou des phénomènes distincts d'un trillionième de seconde, l'apparente uniformité que nous croyons constater disparaîtrait et ferait place à la variété.

Inversement, un géant aux dimensions comparables à celles de la voie lactée et dont les sensations successives se confondraient à moins d'être séparées par plusieurs siècles, se ferait une tout autre image que nous du ciel étoilé.

Mais de telles spéculations, si elles permettent de saisir les réserves que comporte l'application des formules mathématiques aux phénomènes naturels, sont d'ordre philosophique. L'homme peut imaginer une métaphysique qui le dépasse; il doit se contenter de bâtir une science à sa mesure.

Et maintenant, revenant du ciel sur la terre, nous pouvons nous demander si le principe de Carnot se montrera pour la science de demain un outil aussi efficace qu'il l'a été pour la science d'hier.

Un exemple simple va nous permettre de répondre. S'il est un domaine encore mal exploré et riche en promesses, c'est la physico-chimie des êtres vivants. Les changements de points de vue qui s'y sont produits touchant le principe de Carnot sont curieux. Vers le milieu du XIX^e^ siècle le sentiment de défiance avec lequel nombre de savants considéraient un principe si différent de ceux de la mécanique et réputé encore quelque peu hérétique, les portait à mettre en doute son application à la nature vivante. Sir William Thomson lui-même se réservait. Le scepticisme était permis. Mais rien, il faut le dire, n'est venu le justifier depuis trois quarts de siècle. Au contraire, suivant l'idée directrice qui a guidé Marcellin Berthelot, tout indique qu'il n'existe aucune barrière entre les lois physico-chimiques du monde vivant et celles du monde inorganique. Les phénomènes d'orientation générale qu'on observe dans le premier n'empêchent nullement les mouvements calorifiques d'y présenter leur caractère d'incoordination. Le validité du principe de Carnot ne comporte pas de restriction.

Bien plus, il semble que les idées directrices de Carnot trouvent ici une vérification particulièrement précieuse. Maintes fois on a remarqué l'étonnante supériorité de rendement de la machine animale sur nos machines artificielles. On la constate dans tous les ordres, qu'il s'agisse du vol de l'oiseau ou de la lumière du ver luisant. Pour être éclaircie, la question demandera de longues études. Un trait cependant est frappant. La machine vivante est toujours dans un état physique et chimique très voisin de l'équilibre et de la réversibilité, c'est-à-dire qu'elle travaille dans les conditions que la théorie thermodynamique assigne aux machines parfaites.

Ainsi les idées introduites dans la Science par le génie de Sadi Carnot n'ont rien perdu de leur vertu. Le temps qui abaisse nos gloires éphémères, a vu la sienne grandir sans cesse. L'ombre de la nuit et l'oubli noie les plaines et les vallées et ne laisse émerger que les hauts sommets. Son œuvre est une de ces cimes de la pensée humaine.

On rapporte qu'Archimède prescrivit qu'on plaçât sur son tombeau, sans aucune inscription, une sphère inscrite dans un cylindre, image d'un de ses plus beaux théorèmes. Cent quarante ans plus tard, Cicéron, passant à Syracuse, voulut visiter le tombeau du défenseur de la ville; l'emplacement en était oublié de tous, mais, sous les ronces et la mousse, on finit par trouver, près de la porte d'Agrigente, une petite colonne qui portait une sphère et un cylindre. « Ainsi, dit Cicéron, une des plus célèbres villes grecques et, jadis une des plus savantes, ignorerait encore où étaient les restes du plus grand de ses citoyens si un homme d'Arpinum ne le lui eût appris. »

Je ne sache pas que dans sa brève existence Sadi Carnot ait songé à rien demander de tel pour sa sépulture. Mais, s'il fallait la retrouver un jour, pas plus que pour celle d'Archimède aucun nom n'y serait nécessaire. Il suffirait de graver sur la pierre les mots : « la puissance motrice de la chaleur est indépendante des agents mis en œuvre pour la réaliser; sa quantité est fixée uniquement par leurs températures ». Mieux qu'une ambitieuse inscription, cette simple phrase serait la plus claire des épitaphes pour les siècles futurs.

Daniel BERTHELOT,
Membre de l'Académie des Sciences.

Digitized by Google

LES DÉVIATIONS DE DÉVELOPPEMENT ET LES PUISSANCES D'ACCOMMODATION DES ORGANISMES.

« Quand on passe en revue les formes extraordinaires que présentent tant d'animaux, dit Yves Delage, on est frappé de l'aspect tératologique d'un grand nombre d'entre eux » (1). Un tel aspect est dû, dans bien des cas, au fait que l'orientation de certains organes apparaît comme anormale, car elle n'est pas celle qu'on observe, pour ces mêmes organes, chez la plupart des animaux appartenant au même groupe que les animaux considérés ou à des groupes tout voisins. En voici quelques exemples typiques : 1° les Chiens et les Moutons bassets, à jambes torses; 2° les Pleuronectes qui sont des poissons dont les deux yeux ne sont pas symétriques, l'un d'eux ayant cheminé pour se placer tout près de l'autre, d'un même côté du corps; 3° les Proboscidiens et tous les porteurs de défenses, en général, les défenses n'étant que des dents déviées; 4° la Taupe, dont les avant-bras et les mains sont contournés; 5° le Phoque, et la plupart des mammifères marins dont les bras sont orientés comme des rames; 6° les Singes et tous les grimpeurs en général, dont le pouce, ou doigt opposable, est un doigt dévié sur le côté, et dont le bras est une patte qui a fait demi-tour; 7° les Oiseaux percheurs dont le ou les doigts arrière sont des doigts complètement retournés; 8° tous les Oiseaux, en général, dont les ailes, quand on les considère sur le squelette, nous apparaissent comme des bras rejetés en arrière et en haut avec des mains et des doigts difformes et atrophiés.

Il s'agit là de véritables déviations de développement, car l'orientation anormale des organes n'est pas primitive, elle apparaît en effet au cours même du développement, elle est le plus souvent congénitale et s'observe presque toujours pendant la période embryonnaire ou fœtale, à l'époque où se forme la maquette de l'individu futur. C'est ainsi, par exemple, que chez l'embryon de poulet (voir la fig. 9) les membres postérieurs ont, primitivement, leurs quatre doigts parallèles; ce n'est que secondairement que l'un de ces doigts prend une direction diamétralement opposée à celle des trois autres.

Ces déviations de développement sont parfaitement héréditaires, elles se transmettent intégralement de génération en génération, elles sont même une caractéristique soit de race (chiens bassets, moutons ancons) soit d'espèce (taupe), soit de famille (proboscidiens, pleuronectes, singes), soit même de classe (oiseaux)! (1)

Quelle peut bien être la cause de tels changements d'orientation? sont-ils provoqués par une influence morbide, autrement dit sont-ils tératologiques? Constituent-ils des tares héréditaires, de véritables monstruosités, dans le sens propre du mot? Une telle hypothèse nous paraît invraisemblable car, en général, l'orientation nouvelle s'opère sans manifestation pathologique d'aucune sorte; elle est d'ailleurs constante et toujours égale à elle-même chez tous les individus qui la subissent, on peut la considérer comme essentiellement physiologique et constitutionnelle.

S'agirait-il d'une modification prédéterminée, créée dans le but précis de favoriser l'accomplissement de telle ou telle fonction spéciale? Il n'est pas douteux que l'orientation insolite ainsi acquise est en général des plus précieuses au point de vue fonctionnel; elle facilite pour ainsi dire toujours la fonction, parfois même elle est absolument nécessaire à la fonction. Cette interprétation très finaliste nous rendrait compte du fait que la disposition organique précède, de beaucoup, l'utilisation organique. Mais il arrive aussi qu'une déviation de développement manifestement désavantageuse est, sans nul doute, héréditaire. L'espèce humaine nous en fournit un exemple des plus nets : la luxation congénitale de la hanche, le plus souvent double; il nous serait facile de multiplier des exemples actuels qui prouvent cette hérédité.

Une interprétation toute autre pourrait être envisagée : *l'orientation anormale aurait eu, pour point de départ, une luxation acquise par un individu jeune et l'utilisation incessante et prolongée du membre luxé aurait engendré des causes physiologiques permanentes d'orientation nouvelle; ce sont ces causes essentiellement héréditaires qui auraient consacré la nouvelle conformation.* Nous concevons mal, sans doute, qu'une perturbation plus ou moins considérable dans l'architecture d'un individu puisse devenir héréditaire, car cela choque nos notions d'ordre dans le temps et dans l'espace;

(1) Yves Delage : *L'Hérédité et les grands Problèmes de la Biologie générale* (Schleicher frères, 1903. 2e Édit. p. 248).

(1) La conformation est fonction de l'utilisation des organes, c'est pourquoi des animaux d'espèces fort différentes peuvent être similairement conformés. Rien ne prouve mieux que la conformation ne fait pas l'espèce; des animaux qui changeraient de conformation ne changeraient pas d'espèce; *se transformer n'est pas changer d'espèce.* Voir notre article : « Un caractère différentiel fondamental entre l'Espèce et la Race » (*Revue Générale des Sciences*, 29 févr. 1924).

Digitized by Google

mais le vrai n'est pas nécessairement vraisemblable. Pour nous en convaincre, il suffit de nous rappeler l'histoire fabuleuse des Pleuronectes.

L'œil émigré des Pleuronectes. — « On sait, dit Cuénot, que les Pleuronectes sont des poissons

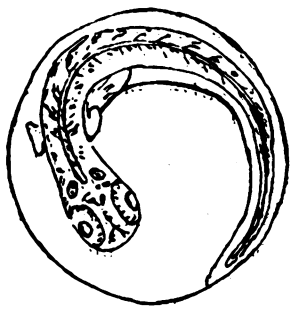


FIG. 32. — Pleuronecte dans l'œuf avec des yeux symétriques (D'après L. Cuénot).

(tels que la Plie, le Turbot, la Sole) qui, dans le jeune âge sont normaux, car ils ont des yeux symétriques (fig. 32 et 33) ; ils sont pourvus d'une vessie natatoire et nagent à la surface. Quand ils atteignent environ 1 centimètre de long, la métamorphose commence ; ils nagent d'abord sur le côté, puis tombent sur le fond. L'œil du côté inférieur, sous l'action de ses muscles, se tord vers le haut avec vigueur ; la région orbitaire, très mince et flexible, cède à la pression et il se produit une torsion localisée du crâne dans la région frontale et préfrontale. L'œil inférieur passe ainsi sur la tranche dorsale et, au bout de trois jours environ, sur la face supérieure (fig. 31). Entre temps, une ossification frontale et préfrontale contribue du côté externe à former, à l'œil émigrant, une orbite complète qui ne laisse qu'une direction de mouvements » (1).

Pour expliquer le mécanisme de formation de ce

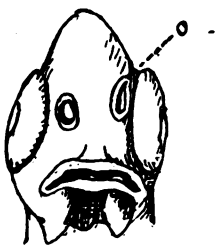


FIG. 33. — Tête grossie de pleuronecte vue de face, avant l'émigration de l'œil (D'après L. Cuénot).

phénomène prodigieux, le savant professeur de Nancy fait intervenir une asymétrie organique interne primitive, une orthogenèse régressive de la vessie natatoire, obligeant l'animal à tomber au fond de l'eau, et une verse sur le côté se produisant de plus en plus tôt jusqu'à se faire dans le tout jeune âge. Certes, pour aboutir à une telle déformation anatomique, il a fallu, de toute évidence, le concours de conditions favorables extraordinaires, mais ce qui nous frappe, par-dessus tout, dans cette histoire merveilleuse, c'est l'HÉRÉDITÉ DE CE PROCESSUS D'ÉMIGRATION D'ŒIL. Elle est incontestable cependant, puisque le groupe des Pleuronectes comprend une multitude d'espèces des plus viables et des plus populeuses.

La patte torse des chiens bassets et des moutons ancons. — Pour être moins paradoxal que le cas de l'œil émigré des Pleuronectes, le cas de la patte torse des Chiens bassets nous apparaît comme plus important encore, au point de vue particulier qui nous occupe, car il présente la plus grande analogie avec les déviations diverses de développement que nous allons étudier. On ne peut invoquer ici une origine préétablie, car la déformation en question apparaît nettement comme plus désavantageuse qu'utile et, d'autre part, elle n'a certainement pas un but fonctionnel spécial. D'ailleurs, l'origine traumatique est des plus vraisemblables « puisque, comme le dit Blaringhem, la variation qui a donné naissance aux Chiens bassets s'est produite à plusieurs reprises ; le colonel Sykes a décrit un Chien pariah indien et Rengger un Jaguar du Paraguay présentant les mêmes caractères. D'autre part, les Égyptiens possédaient un Lévrier à jambes torses ; on en trouve des figures sur les monuments de la 4e à la 12e dynastie, de l'an 3000 à l'an 2000 avant Jésus-Christ » (1). Anatomiquement, il s'agit d'une luxation du poignet en dehors (fig. 35), et il suffirait, pour la provoquer sur les deux membres antérieurs à la fois, d'un saut trop élevé exécuté par des sujets encore tout jeunes, à corps trop lourds et à mouvements maladroits.

Les célèbres moutons ancons présentent une malformation identique à la précédente, mais elle serait sans doute, chez eux, d'origine congénitale, car suivant Darwin « il naquit en 1791, dans le Massachusett, un agneau mâle avec les jambes courtes et torses et le dos allongé comme un basset et c'est avec cet unique animal que fut créée la race semi-monstrueuse des moutons loutres ou ancons » (2).

Qu'il s'agisse des Chiens bassets ou des Moutons

(1) L. CUÉNOT : *La Genèse des Espèces animales* (Bibl. scient. inten., 1911, page 482).

(1) L. BLARINGHEM : *Les Transformations brusques des êtres vivants* (Bibl. de philos. scient., 1914, p. 43).

(2) DARWIN : *De la Variation des Animaux et des Plantes à l'état domestique* (Traduction Barbier I, p. 109).

Digitized by Google

ancons, le fait capital qu'il nous faut retenir dans leur histoire, c'est que dans l'un et l'autre de ces cas, une déformation acquise, caractérisée par le changement permanent d'orientation d'un membre, et TOUTE SEMBLABLE A CELLE QUE PRODUIRAIT UNE LUXATION, est devenue parfaitement héréditaire. Pour les Chiens bassets, cette hérédité parfaite n'est pas douteuse puisque la race des Chiens bassets est aussi viable et aussi prolifique que n'importe laquelle des autres races de Chien. Quant aux moutons ancons « ils transmettent leurs caractères avec tant de régularité que le Colonel Humphrey dit n'avoir jamais eu connaissance

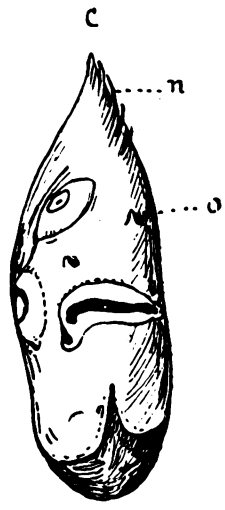


FIG. 34. — Tête grossie de pleuronecte vue de face *après* l'émigration de l'œil (D'après L. Cuénot).

d'un seul cas où une brebis ou un bélier ancon n'ait pas produit un mouton ancon ».

Quant aux causes d'une hérédité aussi remarquable, il faut les rechercher, selon nous, dans le double fait de l'utilisation incessante, toute la vie durant, du membre déformé et de l'établissement de synergies fonctionnelles complexes consécutives à cette utilisation. Ces synergies seraient par excellence transmissibles héréditairement; elles pourraient entrer en jeu dès la naissance des organes, avant même leur fonctionnement actif et leur consolidation définitive et, ce faisant, elles reproduiraient la conformation nouvelle acquise avec toutes ses corrélations anatomiques.

Histoire d'un Chien tueur de Chats. — Voici un petit fait qui nous prouve clairement cette transmissibilité des synergies fonctionnelles acquises. A Obock, où j'étais en service, j'eus l'occasion d'observer un chien qui était un maître tueur de chats; les plus vigoureux matous étaient exécutés par lui avec une virtuosité qui faisait notre admiration : il bondissait sur l'animal, bien que celui-ci fût sur la défensive; il le saisissait à pleine gueule, par le milieu du dos, puis le secouait de toutes ses forces, jusqu'à ce qu'il lui eût brisé la colonne vertébrale. Une telle aptitude exigeait d'être parfaite d'emblée sinon c'était une blessure grave, la perte d'un œil, par exemple, ou même la mort; car le chat est un adversaire redoutable, il ne fuit pas, comme le rat devant le chien ratier, il fait face à l'ennemi, il l'attaque même et il est terriblement armé. Or ce chien était le fils d'une chienne de l'Inde, renommée dans tout le pays comme une tueuse de chats; il avait été transporté à Obock lorsqu'il tétait encore, à un âge, par conséquent, où il n'avait absolument pas pu être instruit directement ou indirectement par sa mère, dans l'art si difficile d'occire les chats; l'aptitude chez lui était donc héréditaire, héréditaires étaient les synergies fonctionnelles complexes qui, mises en jeu, permettaient d'accomplir, en maître, du premier

FIG. 35. — Basset à pattes torses, luxation du poignet en dehors.

coup, une série de gestes multiples où l'existence même était en jeu. (1).

La façon d'utiliser les organes aurait déterminé l'orientation des organes. — Si nous insistons sur l'hérédité des synergies fonctionnelles c'est que nous croyons que les synergies fonctionnelles propres à chaque espèce d'organisme jouent un rôle considérable dans le modelage des individus au cours de leur développement. Or, dans le cas des déviations de développement qu'on pourrait appeler naturelles, car nous les voyons apparaître

(1) HACHET-SOUPLET dans la *Genèse des Instincts* (Bibl. philos. scient.) cite un cas analogue, celui d'une chienne ayant hérité de sa mère l'art d'exécuter des pirouettes, bien qu'élevée loin d'elle, dès le plus bas âge.

Digitized by Google

spontanément et pour ainsi dire sans cause actuelle, dans le cas par exemple des défenses d'éléphants, de la patte contournée de la taupe, de la patte nageoire du phoque, etc., nous trouvons des synergies fonctionnelles dont l'origine première pourrait bien être une utilisation courante d'organes accidentellement déviés. Il n'est pas douteux, en

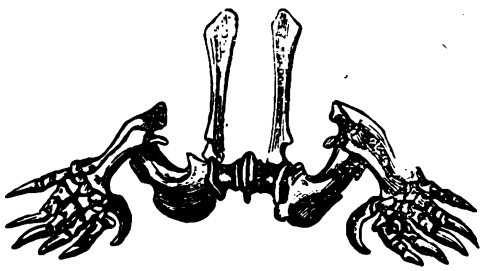


FIG. 36. — Ceinture scapulaire, etc. Avant-bras déplacés. Humérus contournés (D'après E. Aubert)

effet, qu'ici l'orientation particulière des organes qui facilite telle ou telle fonction spéciale est précisément celle que le genre de vie aurait imposée aux mêmes organes chez des animaux non encore fonctionnellement adaptés.

Remarquons en effet qu'à côté des animaux parfaitement conformés pour accomplir telle ou telle fonction qui les spécialise, pour fouir, par exemple, pour nager, pour grimper, pour se percher, nous en observons d'autres, qui leur sont similaires, mais dont les organes ont une orientation que nous pouvons considérer comme normale puisqu'elle est des plus fréquentes. Eh bien, si ces animaux non organiquement adaptés voulaient fouir, nager, grimper, se percher, etc., ils seraient invités, plus ou moins impérieusement, à se servir de leurs membres en leur faisant subir une certaine torsion sur le côté, ils les mettraient en porte-à-faux; dès lors, ils seraient tout particulièrement exposés à une luxation, *toujours la même*, d'ailleurs, des membres ainsi utilisés. Or, si une telle luxation avait lieu, fait bien remarquable, elle aboutirait à une conformation organique toute semblable à celle des animaux fonctionnellement adaptés. Nous en concluons que c'est la façon même d'utiliser les organes qui a déterminé l'orientation insolite des organes. Quelques exemples pris sur le vif vont nous montrer le bien fondé d'une telle interprétation.

Nous étudierons plus spécialement à ce point de vue : 1° les dents déviées devenues défenses; 2° la patte contournée de la taupe; 3° la patte nageoire du phoque et des siréniens; 4° l'aile de l'oiseau; 5° le pouce et le bras des quadrupèdes grimpeurs; 6° le ou les doigts arrière des oiseaux percheurs.

Les dents déviées devenues défenses. — On sait que les défenses de l'Éléphant ne sont que des dents déviées qui poussent hors de la bouche au lieu de demeurer dans la cavité buccale comme toutes les dents proprement dites. Il en est de même, d'ailleurs, pour toutes les dents appelées défenses; ce sont des incisives ou des canines dont la caractéristique est d'être orientées autrement que les autres dents (1). Qu'il s'agisse là d'une anomalie de développement le fait ne paraît guère douteux.

Au point de vue fonctionnel l'importance des défenses est manifeste, l'animal en fait un usage courant, mais elles ne doivent nullement être considérées comme des armes proprement dites : ces dents géantes, en effet, sont l'apanage presque exclusif d'animaux qui, à l'occasion, certes, savent se défendre, mais qui ne sont certainement pas des combattants de naissance. Il est facile de constater d'ailleurs, que la plupart des carnivores proprement dits, ne portent point de défenses (2); ils ont, le plus souvent, des canines fortement développées et parfois formidables, mais celles-ci ne changent pas d'orientation, elles conservent leur rang dans la cavité buccale et elles demeurent parallèles aux autres dents. Les vrais porteurs de défense, par contre, tels que les éléphants actuels ou passés, les hippopotames, sont des mangeurs de végétaux; les morses, les sangliers, les phacochères, sont, il est vrai, des omnivores, mais ils sont, avant tout, des végétariens. Au surplus, il n'est pas jusqu'aux timides lièvres (les lapins et les écureuils également), qui puissent, à l'occasion, accidentellement d'ailleurs, être dotés de défenses. Qu'ils perdent, en effet, une ou deux incisives opposables, la dent qui n'est plus usée par le frottement avec son antagoniste se développe exagérément, fait saillie hors de la bouche et se recourbe à la façon d'une défense de mammouth (voir fig. 37).

En fait, les défenses sont utilisées avant tout pour dilacérer les tiges ligneuses ou les écorces ou bien pour déboussailler, pour déraciner, pour labourer le sol; ce sont des haches, des pics ou des crocs, ce ne sont pas des armes de combat et ce n'est qu'occasionnellement que l'animal s'en sert pour attaquer ou pour se défendre. Il est certain que des dents perpendiculaires à la mâchoire, c'est-à-dire à orientation normale, soumises à un

(1) Chez l'Hippopotame, les défenses ne font pas saillie hors de la gueule, mais canines et incisives de la mâchoire inférieure (la plus fortement armée) n'ont point du tout la même orientation, les unes sont presque droites, les autres sont fortement inclinées.

(2) Le machairodus carnivore des temps tertiaires avait des canines faisant saillie hors de la gueule et recourbées en forme de sabre.

Digitized by Google

tel usage, seraient menacées à chaque instant de basculer et de pivoter hors de la bouche. Il apparaît donc nettement, qu'en ce cas, l'utilisation fonctionnelle a pu imposer l'orientation fonctionnelle. Il n'est pas douteux d'ailleurs que des dents à croissance continue, incisives ou canines, une fois dirigées hors de la bouche, et n'étant plus continuellement usées par leurs antagonistes, acquerraient une liberté pour ainsi dire illimitée de développement, ce qui leur permettait de devenir plus longues, plus volumineuses et plus puissantes et à rendement supérieur ; leur rôle fonctionnel dès lors devenait mieux déterminé et plus important, il exigeait le concours de muscles et de nerfs spécialisés et une nourriture plus abondante ; d'où l'établissement de causes permanentes capables d'imposer à la région une vacularisation,

FIG. 37. — Dents monstrueuses de lapin en forme de défenses (D'après Milne Edwards).

une musculature et une forme toutes particulières et l'héritage possible de la conformation anatomique acquise.

La patte contournée de la taupe. — Ce que nous venons de dire au sujet de la prédisposition à la luxation dentaire que créait le genre de vie chez les animaux qui s'attaquent aux végétaux durs, nous pouvons l'appliquer également au cas de la taupe. Cet animal est un fouisseur et beaucoup de fouisseurs (la majorité d'entre eux) ont les membres antérieurs normalement conformés ; la fonction de fouir ne nécessite donc pas absolument la conformation si spéciale qui caractérise la taupe. Mais, il est évident qu'une telle conformation favorise éminemment cette fonction. Remarquons que, pour fouir le sol avec les pattes antérieures, deux procédés distincts se présentent : ou bien l'animal pioche directement et se renvoie la terre sous le ventre, ou bien il pioche de biais et déjette la terre de côté et d'autre. Le premier mode a le gros inconvénient de gêner la progression, mais le second, par contre, oblige à manœuvrer le membre en le retournant le plus possible, par conséquent en le plaçant en porte-à-faux ; il nécessite en outre de gros efforts et il prédispose à la luxation de l'avant-bras. Dès lors, l'orientation si spéciale que nous observons chez la taupe pourrait être attribuable au fait que les précurseurs de cet animal que nous supposons conformés comme tous les autres fouisseurs, auraient opéré suivant le second procédé ; ils en auraient été victimes et auraient subi une luxation du coude en arrière et en haut, leur avant-bras se serait retourné, en entier, entraînant la main qui lui fait suite et le bras lui-même aurait été tordu ; la luxation eût été double, elle aurait porté sur les deux membres antérieurs à la fois, car dans l'acte du fouissage ces membres opèrent toujours de concert et simultanément. Un tel traumatisme eût été effroyable et ce n'est que par miracle qu'il y aurait eu des survivants (1). Mais une fois la guérison survenue et l'utilisation de l'organe devenue possible, l'orientation nouvelle réalisée était désormais maintenue sans aucun effort de la part de l'animal, et elle favorisait à l'extrême l'opération du fouissage. Les possesseurs de la nouvelle conformation, dotés d'un outil aussi merveilleux, ne pouvaient que prospérer et ils se seraient abondamment multipliés.

La faculté d'auto-construction adaptative des organismes jeunes. — Il importe, à ce propos, de rappeler un fait très remarquable : un membre qui a été irrémédiablement luxé n'est pas, par cela même condamné à l'inactivité fonctionnelle. Les *organismes jeunes* possèdent, en effet, une faculté d'accommodation étonnante : ils peuvent, s'ils ont subi une luxation articulaire, se reconstituer, de toutes pièces au besoin, une articulation nouvelle dans la position anormale acquise. Voici comment Cuénot signale le fait : « Après la luxation d'un os, dit-il, la cavité ancienne perd son cartilage de revêtement, se comble et disparaît, pendant qu'à la place qui est maintenant en contact avec la tête de l'os, il se fait une articulation nouvelle, plus ou moins parfaite, il se dessine par prolifération de l'os une cavité qui se revêt de cartilage, puis des ligaments articulaires s'organisent ainsi qu'une bourse synoviale et le membre luxé peut désormais exécuter des mouvements » (2).

Examinons maintenant la figure 36 qui représente la ceinture scapulaire d'une taupe ; nous y verrons, inscrite pour ainsi dire dans le squelette lui-même, l'histoire du grave traumatisme qui aurait présidé à la conformation extraordinaire de cet animal : le cubitus ne s'articule plus avec la trochlée humérale, il est transposé en arrière et en haut, l'avant-bras et la main qui lui fait suite sont retournés sur

(1) C'est à un tel fait, sans doute, qu'il faut attribuer la rareté extrême d'une conformation si bien appropriée à la fonction. On la remarque également chez la tortue.

(2) CUÉNOT : *La Genèse des espèces animales* (Bibl. scient. intern. 1911, p. 56).

Digitized by Google

eux-mêmes, et l'humérus est considérablement tordu sur son axe. Il y a là, à nos yeux, comme des témoignages anatomiques irrécusables d'une perturbation organique ancienne qui aurait été d'une violence inouïe (fig. 36).

La patte nageoire du phoque et des siréniens. — La disposition en forme de rames ou de nageoires du phoque et des siréniens, suggère des réflexions analogues à celles que nous venons de faire au sujet de la taupe. On sait, en effet, que pour nager tout quadrupède a deux procédés distincts à sa portée : ou bien il pioche dans l'eau, pour ainsi dire, et il

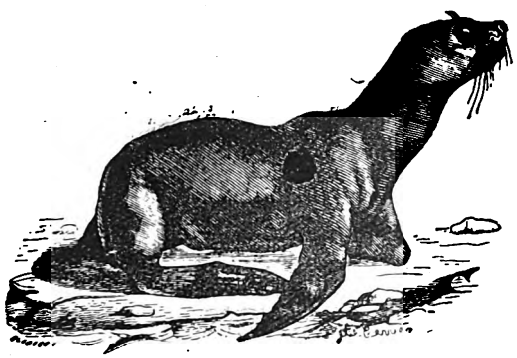


Fig. 38. — Otarie a l'aspect d'un estropié (D'après Milne Ewards).

meut ses membres directement en avant, de la même façon que lorsqu'il marche ou qu'il trotte ; ou bien, il rame, c'est-à-dire qu'il fait mouvoir ses membres de biais. Dans le premier cas la progression est lente, mais elle n'exige pas de gros efforts ; dans le second, elle est rapide, mais quand il s'agit d'une patte proprement dite, le membre est anormalement disposé, il porte à faux dans l'eau ; il est, par conséquent, plus ou moins menacé de luxation. Ici encore, d'ailleurs, une telle luxation ne peut être que double, car, pour nager, les deux membres sont solidaires, ils opèrent de concert et simultanément. Ainsi donc, pour les ancêtres des mammifères marins comme pour les ancêtres de la taupe, il y aurait eu utilisation de la patte comme d'une rame, mais un tel procédé eût abouti, dans bien des cas, à un retournement complet de l'avant-bras ; chez les survivants de nouvelles dispositions articulaires se seraient réalisées dans l'orientation acquise ; celle-ci dès lors se serait maintenue sans aucun effort de l'animal, facilitant à l'extrême, désormais, l'opération de la nage : les possesseurs de la nouvelle conformation auraient prospéré et transmis leurs caractères acquis à une multitude de descendants.

Il suffit d'ailleurs de considérer la photographie d'une otarie au sortir de l'eau (voir fig. 38) pour se convaincre que son aspect est celui d'un animal estropié : les avant-bras sont en forme de moignons et ils se terminent par des mains et des doigts dystrophiés. Or, une telle conformation est l'apanage des phoques, des siréniens et de la plupart des mammifères marins.

L'aile de l'oiseau. — Quand on examine une aile d'oiseau au point de vue particulier de son orientation, elle nous apparaît comme un bras qui aurait été rejeté en arrière et en haut et définitivement fixé en cette position au même titre qu'aurait pu le faire une luxation irréductible (fig. 42) Quand on examine cette même aile au point de vue anatomique, elle nous apparaît comme un membre d'estropié, car la main et les doigts sont considérablement atrophiés ; ils ont l'aspect de moignons comme s'ils avaient subi quelque traumatisme grave (fig. 41). L'hypothèse que l'aile de l'oiseau pourrait bien être, comme la patte de la taupe, comme la patte du phoque, d'origine traumatique n'est donc point invraisemblable. Mais, ici, il nous est impossible de montrer cette coïncidence si remarquable que nous avons signalée entre l'orientation anormale de l'organe et celle que l'emploi en porte-à-faux pouvait imposer à ce même organe normalement orienté, car nous ignorons absolument la conformation anatomique du préoiseau. Toutefois si nous en jugeons par les faits embryologiques qui nous montrent le membre du tout jeune embryon d'oiseau orienté comme un bras, tout comme celui d'un embryon humain (voir la figure 40 et la comparer à la figure 39), il n'est pas absurde de supposer qu'il fut un temps où les précurseurs des oiseaux actuels avaient de véritables bras et que leurs membres antérieurs, vu leur orientation, n'étaient ni des pattes ni des ailes

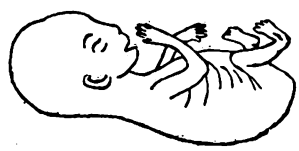


Fig. 39. — Embryon humain (D'après Brücker).

et que, de plus, toujours en tenant compte de l'observation embryologique, ces bras étaient, pour ainsi dire, dépourvus de mains et de doigts. Il est certain, qu'en des conditions pareilles, si vraiment une telle conformation a été l'apanage d'animaux ayant vécu d'une vie active, la marche bipède devait être singulièrement difficile et nécessiter, à tout propos, l'écart des bras faisant office de balancier pour maintenir l'équilibre ou le réta-

Digitized by Google

blir (1). Dès lors, c'était la provocation réitérée au retournement du membre tout entier, à la luxation irréductible en arrière et en haut, et une telle luxation une fois produite, c'était, précisément, imposée pour toujours, cette orientation si spéciale que nous présente l'aile de l'oiseau. Ajoutons qu'une

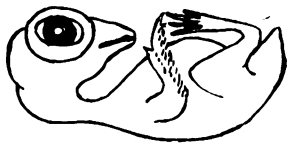


FIG. 40. — Embryon de poulet. Aile orientée comme un bras. Patte postérieure avec quatre doigts tous parallèles d'après Brücker. Emprunté à J. Massart.

fois l'accommodation effectuée, les néo-arthroses réalisées, les seuls mouvements désormais possibles se réduisaient à un jeu de flexion et d'extension dans le sens horizontal et à des mouvements de battements. Ce n'était pas l'aile encore, c'était déjà l'armature de l'aile.

Le pouce et le bras des quadrupèdes grimpeurs. — Pour le pouce et le bras, la relation entre l'orientation des membres antérieurs et celle que le genre de vie pouvait imposer à l'animal nous apparaît comme manifeste. Car nous voyons nettement comment des quadrupèdes à cinq doigts parallèles, comme il en existe encore actuellement (par exemple le castor) et comme il en existait encore plus autrefois, pouvaient acquérir des pouces et des bras. En effet, deux procédés distincts sont à la portée d'un quadrupède qui essaie de grimper : 1° ou bien il dirige ses pattes directement en avant et en haut et il s'agrippe avec ses ongles aux anfractuosités ; 2° ou bien il cherche à embrasser le tronc lui-même en opposant, autant que faire se peut, ses pattes l'une à l'autre de chaque côté. Le premier procédé est le plus simple, mais il exige des ongles solides et pointus et des parois anfractueuses ; le second est le procédé de choix, mais il oblige à mettre la main plus ou moins de biais, c'est-à-dire en porte-à-faux, il expose donc à la luxation. Or, en cette position c'est le doigt le plus rapproché de l'arbre, le plus interne par conséquent, qui sert de point d'appui pour soulever le poids du corps. Ce doigt est donc tout particulièrement menacé de retournement vers l'extérieur, et s'il se luxe, fait très remarquable, il acquiert précisément l'orientation du pouce.

Quant au bras, l'origine en serait identique : on conçoit parfaitement, en effet, que si la torsion subie pendant que le quadrupède essaie d'embrasser un tronc d'arbre avec ses pattes, peut aboutir

FIG. 41. — Squelette de vautour montrant l'aile au point de vue anatomique, main et doigts atrophiés.

à luxer en dehors le doigt le plus interne, elle tend également à mobiliser dans le même sens, la main elle-même et le membre antérieur tout entier : c'est la distension ou la rupture menaçantes pour toutes les attaches ligamenteuses qui unissent les diverses pièces osseuses ; c'est l'agrandissement inévitable de la plupart des surfaces articulaires, c'est le jeu agrandi de toutes les articulations, toutes choses qui caractérisent le bras proprement dit : vu sous cet angle LE BRAS NE SERAIT QU'UNE PATTE ANTÉRIEURE FORCÉE. Il existe d'ailleurs (à notre sens du moins), un témoignage anatomique irrécusable de cette manière de voir, c'est la gouttière de torsion de l'humérus que l'on observe chez l'homme et chez les singes.

Pouce et bras acquis, c'était l'empire de la forêt conquis, c'est-à-dire la vie large et facile assurée, c'était, toujours accessibles, l'abri vis-à-vis des bêtes féroces et le grenier d'abondance alimentaire, d'où l'emploi incessant et le perfectionnement des

(1) Et si l'on songe, d'autre part, à la suractivité extrême, musculaire et respiratoire que nécessitaient ces rétablissements d'équilibre incessants, il ne paraîtra pas complètement inadmissible qu'elle ait pu avoir des conséquences extraordinaires multiples, telles que les suivantes : 1° une hypertrophie considérable du cœur qui aurait abouti à la fermeture complète de l'orifice interventriculaire : on sait, en effet, que la cloison qui sépare les deux ventricules n'est constituée que par des fibres musculaires entrelacées ; 2° un agrandissement considérable du système vasculaire sanguin ; l'ondée sanguine devenant beaucoup plus forte, tous les vaisseaux auraient augmenté de calibre et de nombre ; 3° des oxydations plus assurées et plus intenses au sein des tissus ; 4° l'accélération de tous les processus chimiques et leur intensité plus grande ; 5° une modification profonde des excreta, ceux de la peau en particulier ; 6° une température organique constante beaucoup plus élevée.

Digitized by Google

nouveaux outils organiques et par conséquent leur hérédité certaine (1).

Le ou les doigts arrière des oiseaux percheurs. — Il est bien remarquable que le jeune embryon d'oiseau possède des incisures pour quatre doigts futurs parallèles (voir fig. 40) alors que l'oiseau lui-même aura toujours un ou deux de ses quatre

Fig. 42. — Squelette de vautour montrant l'aile au point de vue orientation, coude rejeté en arrière et en haut, main hyperfléchie.

doigts dirigés en arrière. Ce fait nous apprend que la conformation des oiseaux percheurs qui ont un doigt arrière (rapaces, passereaux, colombidés, gallinacés) ou deux doigts arrière (perroquets, grimpeurs) est le fait d'une luxation congénitale. Une telle luxation est essentiellement héréditaire, mais a-t-elle eu un point de départ traumatique? Nous l'ignorons. Toutefois, il n'est pas douteux que si le précurseur de l'oiseau actuel était conformé comme semble l'indiquer l'embryologie, s'il était bipède avec quatre doigts tous parallèles aux pattes postérieures, il ne pouvait se maintenir sur une branche qu'à la condition expresse de saisir cette branche en mettant en porte-à-faux un ou deux de ses doigts pour les opposer aux autres doigts, ce qui l'exposait précisément à une luxation toute semblable à celle qui s'opère spontanément au cours de l'incubation : la façon d'utiliser les doigts aurait imposé l'orientation des doigts.

Résumé et conclusion.

De l'ensemble des faits que nous venons d'analyser, il ressort que : 1° les cas sont nombreux, chez les vertébrés, où certains organes acquièrent une orientation autre que celle qu'ils possédaient aux débuts mêmes du développement ; 2° ces déviations s'observent, en général, précisément chez les animaux qui, *par le fait seul de leur genre de vie habituel*, étaient tout particulièrement exposés, s'ils conservaient leur conformation anatomique première, à subir, plus ou moins fatalement, des déplacements traumatiques tels qu'ils auraient réalisé l'orientation spéciale que nous connaissons ; 3° des déviations dont l'origine traumatique est des plus vraisemblable, telles que la patte torse des chiens bassets et les défenses en général, sont manifestement héréditaires ; 4° quand une luxation irréductible est subie, dans le tout jeune âge, si les individus survivent, et s'ils peuvent utiliser couramment leur membre luxé, de nouvelles dispositions anatomiques s'installent et l'accommodation peut devenir telle que les articulations nouvelles ne le cèdent en rien aux anciennes.

De telles constatations jettent une lumière imprévue sur l'origine probable de certaines adaptations fonctionnelles : de nombreux organes actuellement parfaitement spécialisés n'auraient nullement été créés, en principe, pour la fonction qu'ils remplissent si bien. C'est ainsi que la dent déviée des porteurs de défenses, la patte contournée de la taupe, la patte ramante des mammifères marins, le pouce des grimpeurs et le pouce de l'homme, le pied des plantigrades et le pied humain, le bras des singes et le bras humain, le ou les doigts arrière des oiseaux percheurs, l'aile même de l'oiseau, auraient eu pour point de départ une luxation irréductible, c'est-à-dire une véritable, une grave infirmité. Mais grâce aux merveilleuses puissances d'accommodation des organismes, l'adaptation se serait faite chez les survivants, tant bien que mal d'abord, et de plus en plus perfectionnée ensuite, et il se serait trouvé que la nouvelle conformation acquise était des plus favorables à une fonction de nécessité courante ; et comme elle était héréditaire, elle aurait fait la fortune de ceux qui la possédaient.

Faisons la remarque d'ailleurs que l'attitude nouvelle, définitivement imposée à l'organe dans des circonstances si particulières, aurait eu, le plus souvent, pour effet immédiat d'interdire bien des mouvements inutiles à la fonction, et de faciliter, par contre, la plupart des mouvements utiles ; il en résultait que l'organe cessait d'être un instrument à tout faire ; il n'était plus utilisable que pour une seule et unique fonction, les agents musculaires et autres de cet organe ne recevaient plus désormais que des ordres précis, toujours les mêmes ; ils n'avaient qu'un seul rôle déterminé à remplir et chacun d'eux se spécialisait dans son rôle, concou-

(1) Pour l'aile, pour le pouce, pour le bras, les efforts symétriques auraient également causé des luxations symétriques.

Digitized by Google

rant ainsi, au mieux, à l'action de l'organe en son ensemble. Ainsi se serait réalisée une harmonie de plus en plus parfaite de l'organe. Autrement dit, l'attitude nouvelle immuable aurait imposé, pour toujours, l'unité de fonction, et l'unité de fonction aurait permis l'adaptation de plus en plus complète à la fonction.

En fin de compte, dans bien des cas, certaines conformations anatomiques éminemment favorables à telle ou telle fonction ne seraient que des déformations acquises devenues parfaitement héréditaires. Et, s'il en est vraiment ainsi, nous pourrions audacieusement dire que les plus belles conquêtes fonctionnelles que les organismes aient jamais faites sont des triomphes d'estropiés (1).

Dr Émile Devaux,
Médecin principal de 1re classe, en retraite.

L'EXPERTISE DES LETTRES ANONYMES IMITANT LA TYPOGRAPHIE

Il y a bien des façons de faire une lettre anonyme. On peut déguiser son graphisme plus ou moins à l'aventure, on peut faire un tracé de la main gauche ou en tenant son porte-plume entre les dents ; on peut aussi écrire en imitant à la plume les caractères d'imprimerie.

Ce dernier type de lettres anonymes, sur lequel a récemment appelé l'attention le sensationnel procès d'Angèle Laval à Tulle, est particulièrement fréquent. La raison en est que ceux qui emploient ce procédé se figurent qu'ils couvrent leur graphisme d'un masque impénétrable. Le fait est que cette manière de faire a longtemps rebuté les experts. Mais, là comme ailleurs, les progrès sont venus et aujourd'hui on arrive bien souvent à découvrir les auteurs des écrits de ce genre.

Dans l'affaire de Tulle, le Docteur Locard, qui avait reçu de la Justice la mission d'expertiser les pièces, se trouvait avoir l'inculpée à sa disposition et il en a profité pour lui faire faire des éléments de comparaison dont l'écriture imitait également les formes typographiques. Les experts toutefois n'ont pas toujours semblable ressource. Généralement même il faut qu'ils recherchent les auteurs des tracés de cette espèce à travers des séries de pièces de comparaison en écriture cursive normale.

La question délicate au point de vue technique est précisément d'arriver à les identifier dans ce dernier cas, qui est le plus coutumier. Personnellement, par suite des nécessités de mon enseignement à la Société Technique des Experts en écritures, j'ai été amené à serrer le problème de près et je me propose dans cet article d'arriver à montrer comment il est possible de parvenir à lui donner une solution.

Entre l'écriture cursive habituelle et l'écriture à la main imitant la typographie, il existe beaucoup plus de liens qu'on ne se le figure. Comme je l'ai déjà exposé dans différentes publications et dans la *Revue Scientifique* même (1), l'écriture normale de tout individu suffisamment entraîné à manier la plume possède à une époque donnée de son existence un certain nombre de caractéristiques qui sont d'ordre général, c'est-à-dire qui sont indépendantes même de l'alphabet qu'il emploie, et dont *l'ensemble* donne à son tracé un cachet personnel.

Ces caractéristiques, qui sont inconscientes chez tous autres que les graphisticiens et souvent chez ceux-là mêmes au moment où ils manient la plume, ont des expressions plus complètes dans les écrits cursifs, mais subsistent pourtant en grande partie dans les tracés imitant la typographie. Le naturel est dans ceux-ci un peu réfréné, ce qui a trait aux liaisons des lettres entre elles disparaît, mais un fond demeure pourtant incrusté, à moins qu'il n'intervienne parallèlement d'autres causes de déformation.

C'est surtout en s'appuyant sur ces caractéristiques d'ordre général que l'expert arrive à identifier les lettres anonymes imitant la typographie. Il y est aussi aidé par l'examen de l'ordonnance des documents, c'est-à-dire des particularités relatives à la disposition de leur texte, et par l'étude des éléments graphiques qui ne se trouvent que peu atteints par le changement d'ordre alphabétique. Nous allons préciser ces différents points.

Dans la plupart des lettres anonymes écrites en lettres imitant la typographie, le scripteur compose ses mots uniquement avec des majuscules, car leurs types sont plutôt plus aisés à reproduire et se trouvent être plus présents à l'esprit. Mais, qu'il y ait ou non des minuscules, l'analyse se fait de la même façon.

(1) J'aurais pu traiter plus positivement le problème des déviations de développement, en me plaçant au seul point de vue physiologique et en montrant que pour la machine animale, telle ou telle orientation organique devenait nécessaire quand il s'agissait de fouir, de nager, de grimper, de se percher, etc., mais l'hypothèse des luxations acquises devenant héréditaires serait des plus heureuses si elle conduisait au transformisme expérimental.

(1) Cf. : Les méthodes modernes de l'expertise en écritures, 27 mai 1922.

Digitized by Google

I. — Caractéristiques d'ordre général.

Voici d'abord quelques caractéristiques d'ensemble faciles à saisir, dont l'examen peut souvent servir à établir une présomption déjà sérieuse ou, inversement, à faire rejeter l'idée qu'une pièce est de la main de telle ou telle personne :

Le goût plus ou moins prononcé du soin ;

La propreté ou l'absence de propreté ;

Le degré de clarté de l'écriture, qui se trouve en harmonie avec la netteté intrinsèque des traits, la précision des formes et l'espacement convenable des mots et des lignes ;

L'élégance naturelle plus ou moins grande des formes, qui est en corrélation avec la grâce des courbes et la bonne proportion respective des différentes parties d'une même lettre ;

La simplicité ou, à l'opposé, la complication et l'ornementation ;

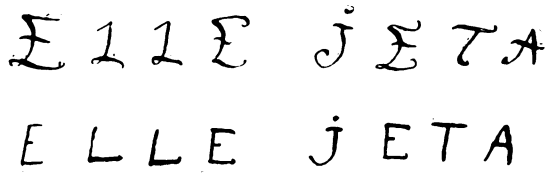


Fig. 43.

L'ampleur facile ou la sobriété instinctive des mouvements de la plume ;

L'habitude de faire des retouches, qui peut provenir du souci de la lisibilité, comme de tendances maniaques ou maladives ;

Le degré de resserrement du tracé.

Le degré de resserrement du tracé, qui termine cette première énumération, mérite une attention spéciale. Il y a à ce sujet trois éléments distincts à considérer : le resserrement des lettres entre elles à l'intérieur des mots, — celui des mots entre eux, — et celui des lignes entre elles. Entre une écriture où tout se trouve tassé (lettres, mots et lignes) et une écriture où tout se trouve, au contraire, espacé, il existe toute une gamme d'intermédiaires variés. De plus, lettres à l'intérieur des mots, mots et lignes peuvent se trouver, chacun de leur côté, très inégalement espacés entre eux dans certaines écritures, et cette variation même constitue une caractéristique.

Passons maintenant à une chose plus délicate à saisir : l'étude des traits constitutifs des lettres considérés en eux-mêmes.

D'une façon générale, certains individus multiplient les traits en pointes, les traits effilés avec vivacité et les traits massués, allant en s'épaississant dans le mouvement de progression de gauche à droite. Semblables habitudes se font jour invariablement dans leurs écrits imitant la typographie.

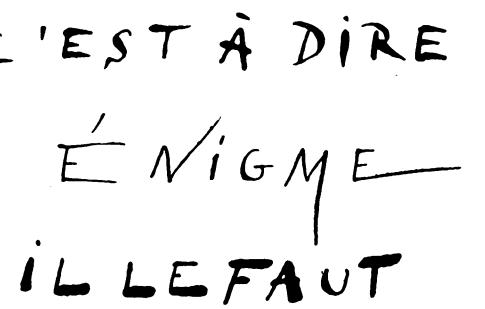


Fig. 44.

L'anatomie des traits horizontaux conduit à toutes sortes de remarques intéressantes. Dans l'écriture cursive on en trouve des exemples par les barres de t, les prolongements des lettres finales, les traits d'union, les soulignements et les signes « égal ». Dans l'écriture imitant la typographie, on en rencontre aux lettres majuscules A, E, F, H, L, T et Z. Ces traits horizontaux peuvent être minces ou épais, rigides ou sinueux, légèrement en forme de courbe, et aussi parfois effilés avec vivacité, en pointes ou en massues. Leur longueur, leur netteté intrinsèque, leur fermeté plus ou moins grande prêtent de plus à des observations. Enfin, fait important et fréquent, ces traits sont, chez certaines personnes, tracés de temps en temps en montant ou même en descendant.

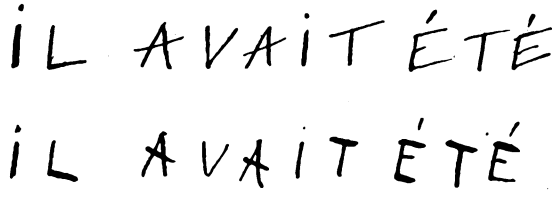


Fig. 45

L'anatomie des traits constitutifs descendants des lettres est encore plus riche en renseignements. Ceux-ci peuvent d'abord affecter la plupart des variations dont il vient d'être question. Certains dessinent en outre nettement des ondulations de forme caressante ou des concavités tournées soit vers la droite, soit vers la gauche. D'autres enfin présentent des pleins dits « fuselés », c'est-à-dire offrant la forme de la coupe d'un fuseau.

Aux notions qui viennent d'être exposées s'en ajoutent d'autres qui sont relatives aux fonctions intellectuelles et aux manifestations d'ordre pathologique.

Le fait de se servir uniquement de lettres copiant

Digitized by Google

les types de l'imprimerie, sans y mêler çà et là quelques formes de l'écriture cursive, est l'indice d'une culture d'esprit qui est déjà dans la bonne moyenne.

Par ailleurs, les individus peu cultivés ont souvent beaucoup de peine à tracer des courbes dans

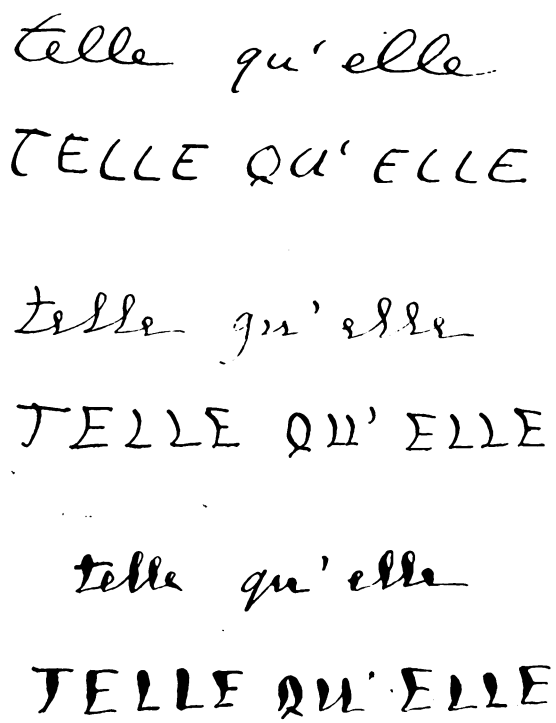


Fig. 46.

les lettres imitant la typographie. Il en résulte qu'ils font parfois des *B* ou des *R* majuscules recroquevillés et surtout des *O* et des *U* très petits. Il est même bon de savoir que le fait de tracer les *O* et les *U* d'une façon menue dans l'écriture imitant la typographie n'implique pas forcément qu'on les fasse petits dans l'écriture cursive normale.

Enfin, il existe en graphonomie un principe qui peut s'énoncer ainsi : « Les individus cultivés, qui ont le travail facile, simplifient spontanément les formes des lettres en leur conservant un schéma expressif. » Dans l'écriture imitant la typographie, ce principe se transforme en un autre qui pourrait se formuler de la sorte : « Pour obtenir un résultat déterminé, un individu cultivé, qui a le travail facile, restreint spontanément le nombre de ses coups de plume. » La restriction ici porte plus sur le nombre des coups de plume que sur l'étendue des traits.

Je ferai observer à cet égard que, dans l'écritire imitant la typographie, l'addition des petits traits latéraux qui complètent les lettres en les rapprochant davantage des modèles de l'imprimerie ne constitue pas une complication ; ce n'est qu'une marque d'attention et de soin. Il reste vrai qu'une personne développée se soucie généralement peu de ces petits traits, mais il est de fait aussi que certains individus d'une instruction médiocre n'en tracent aucun.

Les manifestations d'ordre pathologique sont extrêmement nombreuses et variées ; elles se marquent presque forcément dans les écrits imitant la typographie. Les lecteurs de la *Revue Scientifique* en trouveront un aperçu dans un article que j'ai écrit précédemment (1). Dans l'espèce, il convient de le noter, elles se présentent comme une arme à double tranchant : elles sont très révélatrices, mais elles ne se trouvent intéressantes qu'à condition que l'on ait des éléments de comparaison tout à fait de la même période que les pièces à expertiser.

Avant d'abandonner les caractéristiques d'ordre général, que je ne puis exposer toutes, je placerai encore quelques remarques. La hauteur de l'écriture d'une personne peut changer d'un autographe à un autre ; il y a cependant des individus qui écrivent toujours grand ou, à l'opposé, toujours petit, et le calibre peut donc jouer un rôle dans le domaine que nous étudions. D'autre part, lorsque dans un document dont l'écriture est déguisée d'une façon quelconque, les mots sont fermes, rigides, bien alignés, égaux en hauteur et aux lettres parallèles entre elles, l'auteur a nécessairement un graphisme normal ferme, rigide, aux mots bien alignés, égaux en hauteur et aux lettres parallèles entre elles ; mais l'inverse souffre des exceptions : les sinuosités, les inégalités et l'absence de parallélisme peuvent naître, au moins en partie, de la peine que l'on se donne pour dénaturer son tracé.

II. — Ordonnance.

Sous cette rubrique on examine tout ce qui est relatif à la disposition générale du texte, aux marges, aux alinéas, aux fins des lignes et aux traits indiquant les coupures des mots.

Le texte peut être disposé d'une façon gracieuse ou disgracieuse, commencer trop haut ou trop bas La position de la date, des mots de début comme « Monsieur » ou « Madame » et de la signature constituent des éléments d'appréciation intéressants.

Les marges peuvent être grandes ou petites. Il peut y en avoir à droite ou à gauche, comme il peut ne s'en trouver nulle part, ou à gauche seulement. Chez certaines personnes, la marge va spontanément soit en diminuant, soit au contraire

(1) L'expertise des testaments olographes, 14 novembre 1925.

Digitized by Google

en augmentant d'un bout à l'autre de la page ou d'un paragraphe un peu étendu.

Au début du texte ou après un point à la ligne, il est d'usage de laisser un peu de blanc sur la gauche avant de commencer la ligne. Ce blanc peut être petit ou grand, n'exister que de temps en temps ou ne pas exister du tout. Quelquefois même, au lieu de laisser un blanc supplémentaire, on mord sur la marge.

Les fins des lignes sont très intéressantes à observer. Il y a des personnes qui ont comme peur du bout de la ligne et qui s'arrêtent à bonne distance du bord de la feuille de papier; d'autres, au contraire, vont jusqu'au bout et quelquefois tassent les mots à l'extrémité de la ligne ou les recourbent soit en montant, soit en descendant, contre le bord du papier.

Aux extrémités des lignes, certaines personnes coupent les mots et d'autres ne les coupent pas. Régulièrement, en français, on met un trait immédiatement à la suite de la première partie du mot qui se trouve coupé. Ce trait peut manquer ou, à l'opposé, être doublé en forme de signe « égal » ou répété à la ligne suivante. Il affecte des formes variées. Il a aussi sous la plume de quelques scripteurs des positions tout à fait spéciales : il est, par exemple, placé sous le mot au lieu de se trouver à côté.

III. — Éléments du Graphisme qui ne sont que peu atteints par la modification générale du tracé.

Les éléments du graphisme qui offrent peu de changements par eux-mêmes en passant de l'écriture cursive normale à l'écriture imitant la typographie sont principalement les chiffres, les traits horizontaux isolés, les signes de ponctuation et d'accentuation.

Les chiffres restent à peu près exactement les mêmes ; ils ont dans l'une et l'autre écriture sensiblement la même forme et se disposent toujours côte à côte sans se lier.

Les traits horizontaux isolés (tirets, traits d'union, soulignements, signes « égal ») ne changent pas plus que les chiffres.

Les signes de ponctuation sont également indépendants de la transformation. Je ferai observer ici qu'il y a lieu de porter l'attention non seulement sur leur forme et sur leur position, mais aussi sur la fréquence de l'emploi de tel ou tel d'entre eux. La multiplication des points d'interrogation, d'exclamation et de suspension est du reste souvent dans le goût des personnes qui se plaisent à faire des lettres anonymes.

Les signes d'accentuation ne se modifient guère quant à leur forme et changent peu quant à leur pesée en passant dans l'écriture imitant la typographie. Pour leur position, il y a lieu de formuler une remarque : dans l'écriture imitant la typographie, ils ont une tendance à se présenter plus bas et moins en avant de la lettre que dans l'écriture cursive. Cette particularité tient à ce que, dans les modèles que le scripteur a présents à l'esprit, ou, autrement dit, dans les textes imprimés, on les voit posés bas et exactement dans l'axe de la lettre. Il en résulte que si l'on rencontre par hasard des documents en lettres manuscrites imitant la typographie où les points sur les *i* et les accents sont soit très élevés, soit très en avant de la lettre sur la droite, il est légitime d'en conclure que la personne qui les a tracés les pose de façons semblables dans son écriture cursive, mais, et c'est là un point à retenir, la réciproque n'est pas vraie.

Il y a des personnes qui ont l'habitude d'introduire dans leur écriture courante des lettres à forme typographique. C'est une chance pour l'expert. Toutefois, les indications qu'il peut en tirer sont, en général, très restreintes et il est bon de toutes manières qu'il les confirme par des constatations portant sur d'autres indices.

Telles sont les bases d'appréciation sur lesquelles on peut s'appuyer pour rechercher les auteurs des lettres anonymes imitant les formes de l'imprimerie. Elles ne sont véritablement expressives que pour les graphismes qui ont des caractéristiques d'ordre général très nettes ou qui sont riches en particularités signalétiques, mais il s'en rencontre beaucoup, et les cas où le nombre des observations autorise une présomption sérieuse ou même une opinion ferme sont, en définitive, fréquents.

Solange Pellat,
Président de la Société Technique
des Experts en écritures.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1925). — *Théorie des groupes.* A tout diviseur H d'un groupe abélien fini G répond au moins un diviseur H′ isomorphe à G|H et tel que G|H′ soit isomorphe à H : tel est l'énoncé d'un théorème fondamental de la théorie des groupes abéliens finis; M. *de Séguier* en donne une généralisation qui entraîne une proposition récente de M. Châtelet.

Analyse. 1. En s'appuyant sur la théorie des fonctions fuchsiennes de la seconde famille et du genre o, M. *Fatou* montre que si une fonction analytique multiforme n'a qu'un nombre fini de singularités non polaires, et si son domaine de valeurs présente des espaces lacunaires, la suite de ses déterminations admet une infinité de fonctions-limites constantes.

2. M. *René Garnier* indique comment on peut utiliser la méthode de récurrence pour résoudre le *problème de Riemann* pour les systèmes linéaires du second ordre. Le procédé ne fait appel qu'aux fonctions analytiques; il fait intervenir les propriétés des singularités des fonctions étudiées récemment par l'Auteur et permet de considérer toute une famille d'équations linéaires comme des dégénérescences d'une équation unique.

3. M. *Paul Lévy* fait connaître diverses propositions sur les *séries entières* dont l'origine remonte à un théorème de M. Borel sur les séries positives décroissantes; il en déduit notamment le résultat suivant : si la série entière $F(z)$, à coefficients A_n positifs et à rayon de convergence infini est telle qu'à chaque entier n on puisse faire correspondre une valeur z_n de z pour laquelle le plus grand terme $f(z_n)$ soit le terme $A_n z_n^n$, la série de terme général $\varphi(z_n) = \frac{f(z_n)}{F(z_n)}$ est divergente.

4. Soient $R(Z)$ une fonction rationnelle, $R_n(Z)$ sa $n^{\text{ème}}$ itérée, α un point double attractif de R, à multiplicateur *nul*. M. *Gaston Julia* étudie dans cette hypothèse les propriétés de la série (1) $\Sigma a_n R_n(z)$ (qu'il avait déjà discutées dans le cas d'un multiplicateur non nul). Formons la fonction de Böttcher relative à R et à α, — fonction F_1, telle que $F_1[R(Z)] = [F_1(Z)]^p$, avec $R(Z-\alpha) = A_p(Z-\alpha)^p + \ldots$ — Pour $\alpha \neq 0$ la convergence de (1) résulte de celle de Σa_n; mais pour $\alpha = 0$ ou ∞ elle résulte de celle de séries-images telles que $\Sigma a_n z^{p^n}$ (avec $z \equiv F_1(Z)$) L'Auteur donne encore des résultats importants relatifs à la structure du domaine de convergence de (1) et aux singularités de cette fonction.

5. M. *A. Zygmund* étudie la sommation des séries potentielles ou trigonométriques autour d'un point régulier par la méthode des moyennes (R, μ, α). La condition nécessaire et suffisante de l'applicabilité de la méthode dépend de la forme du coefficient a_n; par exemple, il en est ainsi pour $a_n = o(n \log_p^{\alpha} n)$.

6. Par la méthode classique de dérivation et de minimum du module, M. *A. Bloch* établit une suite de théorèmes sur les fonctions entières; par exemple, *il n'existe pas de fonction entière $f(x)$ telle que pour trois valeurs différentes de a l'équation $f(x) = a$ n'ait que des racines multiples.* Ou encore : les fonctions holomorphes dans un domaine et dont le domaine riemannien ne contient pas de cercles à un seul feuillet coïncidant avec l'un ou l'autre de trois cercles données du plan, extérieurs les uns aux autres, engendrent une famille normale.

7. M. *R. Gosse* énonce une série d'importants résultats sur *l'équation de la déformation des surfaces.* Partant de l'élément linéaire $du^2 + c^2 dv^2$, il envisage successivement le cas d'une surface générale, ou applicable sur une réglée, ou sur une quadrique; les résultats de Weingarten, Darboux, Baroni et de M. Goursat s'expliquent de la manière la plus simple; et dans tous les cas où l'équation de la déformation est susceptible d'une solution explicite, elle est résolue par des formules qui ont le maximum de généralité.

Mécanique céleste. Pour étudier les perturbations d'une planète, M. *J. Renaux* introduit un système d'axes mobiles admettant pour plan principal celui de l'orbite, et rapporté à un système analogue pour une époque voisine. L'introduction des rotations instantanées le conduit à des formules d'une application commode et pouvant s'étendre à trois ou quatre oppositions.

Hydrodynamique. M. *D. Riabouchinsky* étudie une classe de mouvements irrotationnels à axe de symétrie. Il indique notamment deux mouvements particuliers, à ligne de courant et équipotentielles hyperboliques ou elliptiques.

Élasticité. Reprenant le *problème des voûtes circulaires épaisses*, M. *R. Chambaud* montre d'abord que les solutions de Ribière ne permettent de former qu'une solution *principale* (c'est-à-dire à efforts extérieurs nuls sur l'intrados et l'extrados). En combinant cette solution avec celle de M. Caquot, on parvient au cas d'une résultante à ligne d'action quelconque. René GARNIER.

Physique

Un nouveau piège à mercure. — Dans la pompe à condensation de vapeur de mercure, qui permet des vides extrêmement poussés et dont l'usage est actuellement très répandu, on ne se débarrasse de la vapeur de mercure qu'en la captant dans un piège immergé dans l'air liquide. Hughes et Poindexter, à Saint-Louis (États-Unis) décrivent un piège d'un nouveau genre, qui permet de se passer d'air liquide.

Cet appareil est basé sur le pouvoir que possèdent les métaux alcalins d'absorber à un taux très élevé la vapeur de mercure. On lui donne, soit la forme usuelle, soit celle d'un tube recourbé, et on dépose par distillation sur sa surface interne une légère couche de sodium ou de potassium. Les résultats apparaissent aussi satisfaisants que par l'ancien procédé. La vie de l'appareil semble assez longue. Dans un essai relaté par les auteurs, ce n'est que la onzième semaine que l'analyse spectroscopique des gaz a révélé l'apparition des raies du mercure. Le potassium avait alors absorbé un peu plus de 150 % de son poids de mercure. *Nature* (de Londres), 27 juin 1925. S. V.

Radiogoniométrie

Curieux phénomène observé en radiogoniométrie. — On sait que le principe des relèvements radiogoniométriques est le suivant : un cadre peut tourner autour d'un axe vertical auquel le plan de ses spires est parallèle. Lorsqu'on écoute une émission, on obtient une

Digitized by Google

extinction lorsque le plan du cadre est perpendiculaire à la droite joignant le cadre à l'émetteur. Donc, si à ce moment, au moyen d'un cercle gradué horizontal, on repère la direction du cadre, on peut en déduire la direction de l'émetteur. Nous avons supposé dans ce qui précède une propagation normale des ondes électromagnétiques; autrement dit, le champ magnétique reste horizontal et normal à la direction de propagation. Il en est ainsi généralement pendant le jour, mais il est loin d'en être de même pendant la nuit. Alors toute régularité disparaît, des déviations importantes, parfois considérables se produisent; tantôt, ces déviations conservent une valeur à peu près constante pendant une heure ou plus, d'autres fois elles varient dans des limites étendues en quelques minutes. Ce sont là des faits bien connus, mais inexpliqués.

En étudiant ces phénomènes, M. L.-W. Austin, du Laboratoire de Recherches de la Marine Américaine à Washington, en a découvert un autre qui semble présenter un certain intérêt. Il avait souvent constaté que la direction apparente des stations New. Brunswick et Tuckerton, au nord-est de Washington, commençait à dévier vers l'Est deux ou trois heures avant le coucher du soleil et que cette déviation atteignait un maximum de 10 à 15° environ avant ce coucher. La direction redevenait normale et ensuite, en général, elle déviait vers l'Ouest avant de subir les déviations nocturnes irrégulières. Un fait remarquable dans ces observations était leur uniformité, les seules variations d'un jour à l'autre étant des différences dans les valeurs des déviations et dans les heures exactes où l'on revenait à la direction normale. Des observations faites sur des stations situées vers le Sud-Ouest avaient d'ailleurs mis en évidence des déviations variant en sens contraire, c'est-à-dire de l'Ouest vers l'Est. D'après la théorie d'Eckersley, les déviations seraient dues à l'onde réfléchie ou réfractée par la couche Kennely-Heaviside. En essayant de changer l'inclinaison de l'axe vertical du cadre radiogoniométrique en vue de détruire l'effet perturbateur de cette onde réfléchie, M. Austin a constaté le nouveau phénomène suivant : On a souvent remarqué que la rotation de l'axe verdical du cadre autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la vraie direction de la station émettrice produisait un minimum « très pointu » pour une certaine inclinaison. M. Austin a trouvé que cet angle d'inclinaison de l'axe du cadre variait régulièrement avec les changements des directions constatées dans la période précédant le coucher du soleil. Cet angle qui part d'une valeur de 0 à 20° augmente avec la déviation de la direction horizontale jusqu'à une heure environ avant le coucher du soleil; immédiatement avant le maximum de la déviation horizontale, il atteint une valeur de 50 à 80°. Puis comme la direction revient à sa valeur normale, il diminue rapidement de sorte qu'avant que cette valeur normale soit atteinte, cet angle revient à 0° et atteint ensuite 50° et 80°, mais en sens inverse du sens précédent.

Les conclusions de M. Austin sont que l'on se trouve en présence d'un phénomène naturel très régulier et très vraisemblablement quotidien, relié probablement à la désionisation de l'atmosphère au moment où le soleil disparaît à l'Ouest. Les déviations similaires qui, sans doute, doivent se produire au lever du soleil n'ont pas encore été étudiées. P. A.

Météorologie

Pronostics du Temps Océanographiques. — Pline, dans son *Histoire Naturelle*, a indiqué quelques pronostics du temps tirés de l'état de la mer. « Si la mer tranquille dans le port murmure au dedans d'elle-même, c'est présage de vent; si elle murmure par intervalles, c'est présage de mauvais temps et de pluie. Si les rivages retentissent par une mer tranquille, une tempête violente est imminente. Souvent encore la mer se gonfle en silence, et plus soulevée que par les souffles ordinaires, elle indique déjà que les vents la travaillent à l'intérieur. »

C'est là une observation précise de la houle que nous appelons la houle d'ouragan, qui précède parfois très loin la tempête. Et cette houle qui brise au rivage et qui le fait retentir est bien celle que nous observons lorsqu'une tempête sévit au large.

Le présage basé sur le murmure de la mer m'avait d'abord paru très étrange, ainsi que je l'ai indiqué dans les *Méthodes de Prévision du Temps*. Mais ce murmure a été signalé par plusieurs navigateurs à l'approche des cyclones. Sur les côtes d'Angleterre, on connaît sous le nom d'*appel de la mer* un bruit qui a lieu par beau temps et qui annonce une tempête.

On peut citer sur les côtes de France plusieurs pronostics bien connus des populations côtières qui se rattachent à la houle d'ouragan, Sur tout le littoral du Roussillon et de la Provence, la houle du large précède parfois le mauvais temps de deux jours. A Toulon, d'après des observations précises, les coups de vent d'Est sont indiqués plus de 12 heures à l'avance par la mer du large qui déferle sur la côte. La houle est très forte 24 heures avant les coups de vent de Sud-Ouest.

A Toulon et à Marseille, lorsqu'un vent frais est établi au large avant de régner près de la côte, le courant se fait sentir souvent à l'avance en même temps que la houle, et les pêcheurs disent que ce courant vient du *pied du vent*.

Une surélévation très nette du niveau de la mer est aussi un signe précurseur du vent du large en Méditerranée.

Sur les côtes de l'Océan et de la Manche, en plus de la houle, on observe aussi de curieuses variations dans la marée, qui servent de pronostics du temps. Je n'ai pas vérifié moi-même ces pronostics et je ne puis me porter garant de leur exactitude. Ils sont signalés dans les *Instructions Nautiques*, publiées par le Service hydrographique de la Marine.

A Perros-Guirec (Côtes-du-Nord) aux approches des mauvais temps de l'Ouest-Nord-Ouest et du Nord-Ouest, on voit, aux environs de l'heure de la pleine mer, l'eau monter, puis baisser, puis remonter encore après l'heure du plein.

A Lannion, un phénomène analogue au mascaret se produit par les fortes houles du large qui précèdent les gros temps du Nord-Ouest; mais il ne se manifeste qu'en jusant, et seulement après deux heures de baissée à Lannion. Le niveau de la rivière, après avoir atteint un premier maximum à l'heure du plein, baisse pendant quelque temps, puis, au bout de trois quarts d'heure environ, une nouvelle onde de marée se manifeste en occasionnant un remous de flot très rapide. Lorsque le vent souffle en tempête du Sud-Ouest, et que la saute du Nord-Ouest est imminente, on voit arriver cette sorte de mascaret environ une heure avant la saute de vent, et la mer, au lieu de descendre complètement, remonte et redescend plusieurs fois de suite.

A Morlaix les mauvais temps d'Ouest sont annoncés par des marées particulières : on a vu, en morte eau, la mer se retirer et remonter plusieurs fois avant l'heure de la pleine mer; en vive eau, ces baisses et montées

Digitized by Google

subites se produisent une heure et demie ou deux heures avant la pleine mer, et ces différences de niveau peuvent atteindre 50 centimètres. Ces phénomènes annoncent, paraît-il, le mauvais temps une douzaine d'heures à l'avance. J. Rouch.

Démographie

La population de l'Algérie. — Ces départements français de l'Afrique du Nord recensés en 1911 et en 1921 ont accusé les populations suivantes :

	Territoires du Nord 1911	Territoires du Nord 1921	Territoires du Sud 1911
Français	558.372	628.083	4.359
Étrangers	187.938	195 380	1.174
Indigènes français	4 232.114	4.401.863	479.162
Indigènes étrangers	27.360	31.094	1.890

	Territoires du Sud 1921	Totaux 1911	Totaux 1921
Français	5.066	562.931	633 149
Étrangers	1.545	189.112	196.925
Indigènes français	537.741	4.711.276	4.939.604
Indigènes étrangers	1.692	29.250	32.786
		5.492.569	5.802.464

Parmi les personnes recensées comme françaises, il y a non seulement des Français de la métropole, ou nés en Algérie de parents français, mais encore des Européens naturalisés et surtout ceux jouissant de la nationalité française en vertu de la loi du 26 juin 1889. Ces non-Français d'origine formaient déjà 26 % du corps électoral en 1899 et cette proportion a augmenté. Cette situation est qualifiée de véritable danger pour le maintien de l'influence française dans le pays, par M. Larcher dans son traité de législation algérienne.

Si l'on en croit la statistique, il semble que la population de Français ait augmenté de 70.000 habitants sur 563.000 en 1911, ce qui fait 12,5 % ; la population d'étrangers, de 8.000 sur 189.000 soit 4,25 % et la population indigène de 228.000 sur 4.711.000, soit près de 5 %.

Dans l'ensemble l'augmentation est de 310.000 habitants ou 5,7 %. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Le dilatomètre Rockwell pour le traitement de l'acier à chaud. — Un des principes sur lequel est basé le traitement thermique des aciers c'est que quand le métal chauffé passe par sa phase critique, la dilatation qui se produisait cesse, et le métal se contracte jusqu'à la fin de la transformation pour recommencer à se dilater ensuite. Quand on enregistre par des procédés mécaniques de mesure, les changements de volume de l'acier soumis au chauffage, on désigne cette méthode sous le nom de méthode de dilatation. Les physiciens emploient cette méthode pour la mesure exacte et l'étude des transformations volumétriques et critiques. La dilatation représente les changements dans la masse du métal. La dilatation étant mécanique, l'appareil n'est sujet à aucun retard dans les indications.

La Société Stanley Rockwell à Hartford vient de construire un nouvel appareil pour mesurer la dilatation c'est un appareil extrêmement sensible construit pour indiquer sur un cadran et pour enregistrer graphiquement les changements de dimension des métaux soumis au traitement thermique. Malgré la faiblesse des changements dans les dimensions de l'acier, le nouvel appareil les augmente au point de les faire voir clairement. Le dilatomètre Rockwell indique et enregistre exactement les modifications produites par le chauffage. Ces changements sont signalés comme bien plus exacts et bien plus importants que les changements thermiques moins prononcés et moins sensibles pour assurer la résistance, la dureté et les autres propriétés physiques recherchées dans l'objet fini. L'emploi de ce nouvel appareil permettrait le contrôle de la vitesse de chauffage. C'est particulièrement important dans la trempe des outils comme les couteaux, les tarauds, etc... (*Iron age*, 17-9-25.)

E. P.

Hydraulique

Puissance hydraulique de l'Ontario. — Le service des forêts de l'Ontario vient de publier un fascicule contenant une liste de chutes d'eau de l'Ontario.

La puissance hydraulique disponible dans la province (pour un rendement de 80 %) aux basses eaux habituelles est de 3.428.152 Cv. et pendant les 6 mois de crue, de 4.825.142 Cv. Au 1er janvier 1925, on avait installé des usines hydroélectriques pouvant produire 1.585.333 Cv. En comptant la part que le Canada a dans les chutes du Niagara, le total s'élèverait à 5.333.000 Cv. aux basses-eaux. (*Board of Trade Journal*, 29-10-25.)

E. P.

Chimie

La fabrication de l'alcool avec les marrons sauvages. — Le marron sauvage provient des Indes, il s'est transmis d'abord en Grèce puis est passé dans le reste du Continent où il figure dans nos jardins. Son fruit mûrit fin septembre, il se fait remarquer par les fortes proportions d'amidon qu'il contient, il renferme en outre du sucre, de la quercitine et de la saponine. Le marron fraîchement ramassé renferme environ 35 % d'eau ; en le séchant à 12 % on trouve une teneur de 46 à 49 % d'amidon, aussi a-t-on depuis longtemps cherché à en tirer parti. Mais il contient de la glucoside qui le rend amer et qu'on ne parvient pas à éliminer. C'est la raison pour laquelle on n'arrivait pas à l'employer dans la fabrication de l'alcool. On ne pouvait non plus employer la fermentation à l'aide de la levure car les glucosides empêchent la production de la levure de sorte que les microorganismes ne peuvent provoquer la fermentation.

L'auteur a réussi à éliminer de la façon suivante les glucosides dans la fabrication de l'alcool, ce qui lui a permis de soumettre les hydrates de carbone à la fermentation complète. Il versa dans un appareil d'extraction cylindrique pouvant résister à la pression de 5 kg. la farine de marron moulue et séchée ; à la partie inférieure de l'appareil il y avait un dispositif spécial pour que le dissolvant du glucoside pût se séparer sans entraîner la farine de marron. Après avoir introduit la farine, il fermait l'appareil puis versait le dissolvant chauffé à la température la plus favorable, sur la farine et maintenait la température constante. Quand la digestion était faite, il vidait le dissolvant et le faisait passer dans un appareil de distillation où il le régénérait. Il arrivait ainsi à éliminer la saponine provoquant le goût amer. Pour enlever les dernières traces du dissolvant il faisait

Digitized by Google

passer de la vapeur dans l'appareil. Puis il versait la farine dans deux fois son poids d'eau et opérait la dissolution de l'amidon en portant la pression à 2,5 kgr. pour commencer et à 3 kg. pour terminer. Il utilisait l'amidon extrait de cette façon pour la fabrication de l'alcool.

Il arrivait de cette façon à produire avec 100 kgr. de marrons séchés, 23 à 25 litres d'alcool absolu. La perte de dissolvant était de 0,5 à 0,9 kgr. pour 100 kgr. d'amidon (*Chemikerzeitung*, 10-4-25). E. P.

Industrie

Séchage du lignite. — Le séchage du lignite est une opération assez difficile parce qu'il faut éviter :

1° Tout commencement de distillation sèche ;

2° Les pertes importantes de poussières produites au cours de l'opération et qui peuvent s'échapper dans l'atmosphère ;

3° Enfin et surtout, les explosions provoquées précisément par les gaz et les poussières dont il vient d'être question.

Dans les grandes usines de la région de Cologne où l'on fabrique, en grande série, des briquettes par auto-agglomération, on utilise, pour le séchage, la vapeur d'échappement des presses dans des dessiccateurs tubulaires.

Ailleurs on emploie l'air chaud comme agent de séchage.

Dans certains cas, il est possible d'utiliser les gaz chauds provenant de la combustion du lignite humide à 55-60 % d'eau, pour le séchage d'une masse beaucoup plus importante de lignite.

La figure 47 représente une installation en cours de montage qui sera capable de traiter, tous les jours, la quantité suffisante de lignite humide (à 55 % environ) de manière à fournir 120 tonnes de lignite séché à 15 % d'humidité.

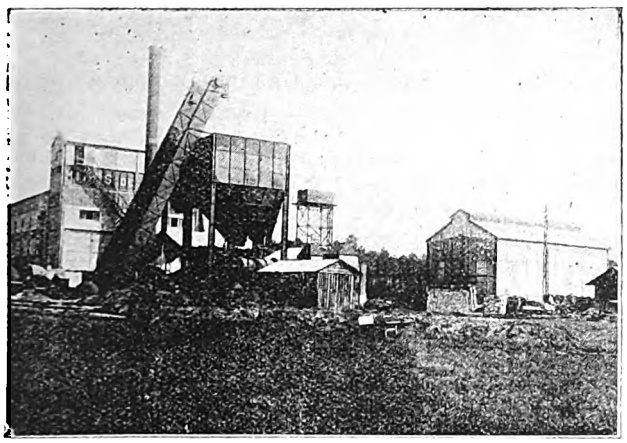


FIG. 47. — Installation d'un séchoir pour le lignite aux mines de Laluque.

Le matériel consiste principalement dans deux tambours garnis à l'intérieur d'armatures cruciformes qui répartissent la matière à traiter de manière à augmenter son contact avec les gaz chauds et qui réduisent, en outre, les hauteurs de chute des particules et par conséquent la production des poussières.

Les gaz chauds proviendront de la combustion du lignite humide sur grilles à gradins ou de pulvéro-brûleurs alimentés par une partie des poussières recueillies.

La combustion dans ces foyers donnera un rendement pratique tel qu'il suffira — pour évaporer un kilogramme d'eau dans les tubes sécheurs — d'une masse de lignite humide représentant 1.000 calories.

Quant aux poussières — que l'on ne peut évidemment pas supprimer et qui doivent représenter 20 à 25 % de la matière sèche — elles seront recueillies, sauf un centième, partie par ruissellement humide, partie sous forme sèche dans les cyclones de dépoussiérage.

La température des produits secs à la sortie des tubes sécheurs n'excèdera jamais 70°C.

Dans ces conditions, aucun commencement de distillation n'est à redouter, ni, non plus, aucun commencement de combustion lente ou vive susceptible d'entraîner une explosion.

Des essais préliminaires que nous avons poursuivis avec le concours de M. Vernon, Ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur-mécanicien, nous avaient d'ailleurs prouvé que le séchage du lignite à l'aide de gaz chauds était parfaitement possible sous réserve de certaines précautions. Edmond MARCOTTE.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 1er février, M. Camille Matignon a été élu membre de la Section de chimie, au premier tour de scrutin, par 41 voix contre 19 à M. E. Delépine, en remplacement de M. Haller, décédé.

M. Camille Matignon est né à Saint-Maurice-aux-Riches-Hommes (Yonne) le 3 janvier 1867. Dès sa sortie de l'Ecole Normale Supérieure, en 1889, comme agrégé de Physique, il devint le préparateur de Marcellin Berthelot, au Collège de France. Il commença alors la série de ses nombreux et importants travaux de thermochimie et de chimie organique. Docteur ès-sciences en 1892, il fit un court stage comme Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille ; entre temps, il suppléait à plusieurs reprises Berthelot dans ses leçons du Collège de France. Appelé à la Sorbonne comme Maître de Conférences en 1898, il contribua par ses conférences d'Agrégation à orienter l'enseignement de la chimie en France dans des voies modernes et fut conduit plus tard à publier des traités élémentaires de Chimie à l'usage des classes de Lycée qui ont contribué à rénover complètement l'enseignement de cette science dans les établissements d'Enseignement secondaire. Ses recherches le portèrent alors vers la chimie minérale et c'est de cette époque que datent ses études sur les corps rares (vanadium, néodyme, praséodyme, thorium, samarium, indium, ytterbium, etc.). Appelé comme professeur de chimie minérale au Collège de France en 1908, non seulement M. Matignon poursuivit ses travaux antérieurs, mais il entreprit de favoriser l'essor industriel de notre pays en vulgarisant les procédés employés à l'étranger. Les produits de l'azote dont l'agriculture est à même de tirer les plus grands avantages furent plus particulièrement l'objet de ses préoccupations ; c'est ainsi qu'avec l'aide de son collaborateur Fréjacques il fut amené pendant la guerre à retrouver le catalyseur employé par la Société Badoise pour réaliser la synthèse de l'ammoniaque, à établir scientifiquement des méthodes pour transformer l'ammoniaque en urée, ou bien en sulfate, par l'intermé-

Digitized by Google

diaire du gypse ou bien des résidus de la fabrication de l'acide nitrique. Mais c'est surtout dans le domaine de la physicochimie que son œuvre a pris le plus d'extension : rappelons à ce sujet la loi de la volatilité et la loi désignée par Nernst « Loi Le Châtelier-Matignon ». M. Matignon a participé à la création avec M. Kestner de la Société de Chimie industrielle, aujourd'hui si florissante, dont il n'a cessé de diriger l'organe « Chimie et Industrie » en qualité de rédacteur en chef.

— L'Académie a élu, à l'unanimité, membre du Conseil d'administration de l'Institut national agronomique, M. G. André, en remplacement de M. E. Tisserand, décédé.

— L'Académie des Sciences est autorisée à accepter le legs des 70.000 francs qui lui a été consenti, conjointement avec l'Académie des Sciences morales et politiques, par M. Charles-Ferdinand-Jean de Hamel du Breuil. Cette somme sera mise, alternativement tous les trois ans, à la disposition des deux Académies et les arrérages seront employés à la fondation d'un prix triennal qui sera décerné, en ce qui concerne l'Académie des Sciences, à l'auteur d'un ouvrage ou d'un mémoire approfondi concernant soit la haute géométrie, soit la mécanique, soit la navigation maritime. Le prix portera le nom de « Prix Charles-Dupin ».

Bureau des longitudes. — MM. Lallemand, Appell et Fichot ont été nommés respectivement pour l'année 1926, Président, Vice-Président et Secrétaire.

Académie des Sciences coloniales. — L'Académie a tenu sa séance publique annuelle à la Sorbonne, le 1er février, sous la présidence de M. Léon Périer, Ministre des Colonies, assisté du Maréchal Franchet d'Espérey, président en exercice.

Le Président de la République assistait à la séance.

En ouvrant la séance, le Ministre des Colonies a annoncé que le Gouvernement conférait à l'Académie le caractère d'une institution d'Etat.

L'Académie comprend cinq sections composées chacune de vingt membres :

1re section. — Sciences géographiques, ethnographiques et historiques ;

2e section. — Sciences politiques et administratives ;

3e section. — Sciences économiques et sociales ;

4e section. — Sciences physiques, naturelles et médicales ;

5e section. — Enseignement, littérature, beaux-arts.

Outre les 100 membres titulaires, l'Académie comprend des associés et des correspondants étrangers ou coloniaux.

Institut national d'agronomie coloniale. — M. Maublanc, ingénieur agronome, chef de travaux du service des épiphyties du Ministère de l'Agriculture, et M. Vayssières, ingénieur agronome, directeur adjoint de la station entomologique de Paris, ont été nommés attachés phytopathologiques à l'Institut d'agronomie coloniale pendant une année.

Conseil supérieur de l'Instruction publique. — Le Conseil a repoussé le projet ministériel relatif aux dispenses du baccalauréat à accorder en vue de l'inscription pour la licence ès-sciences (et aussi pour la licence ès-lettres et la licence en droit), aux primaires pourvus de la première partie du certificat d'aptitude au professorat des écoles normales et des écoles primaires supérieures.

Office scientifique et technique des pêches maritimes. — Sont maintenus ou nommés membres du Conseil d'administration jusqu'au 31 décembre 1928 : MM. Canu, docteur ès-sciences, armateur à Boulogne-sur-Mer ; Castaing, armateur à la Rochelle ; L. Fromal, armateur à Saint-Malo ; Haentjens, administrateur délégué de la Société nouvelle des pêcheries à vapeur, à Arcachon ; M. Labeyrie, vice-président du Syndicat général de l'ostréiculture ; de Laurens-Castelet, secrétaire de la section « Pêches », au Comité central des armateurs de France ; Mangin, membre de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle ; Vasse, président du Syndicat des armateurs de Fécamp et de la Chambre de commerce de Fécamp ; Verhoeven, administrateur de la Compagnie lorientaise de chalutage (*J. O.*).

Comité scientifique du pétrole et des combustibles liquides — M. Régismanset, directeur des affaires économiques au Ministère des Colonies, est nommé membre du Comité en remplacement de l'Intendant général Tassel.

Stations de pathologie végétale. — Un concours sur titres pour la nomination d'un chef de travaux titulaire à affecter à la station de pathologie végétale de Brive (Corrèze) aura lieu à Paris, au siège de l'Institut des recherches agronomiques, 42 *bis*, rue de Bourgogne, le 1er mars 1926.

Les candidats devront adresser leur demande au Ministre de l'Agriculture à l'adresse sus-indiquée avant le 20 février 1926.

Pour les conditions d'admission au concours, s'adresser à l'Institut des recherches agronomiques. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Société des amis de l'Université de Paris.* — Une série de conférences a commencé le jeudi 4 février, à 21 heures (amphithéâtre Richelieu, à la Sorbonne). Elles continueront tous les jeudis à la même heure.

4 février. — M. C. Enlart, membre de l'Institut : *Djebel Druze, Damas et Syrie ;* M. J. Brunhes, professeur au collège de France : *Angora, Brousse, Constantinople ;* M. Ch. Diehl membre de l'Institut : *Le Mont Athos.*

11 février. — M. P. Noailles, professeur à la Faculté de Droit : *Le combat pour le Droit. Origine de l'autorité judiciaire à Rome.*

18 février. — M. Gougerot, professeur agrégé à la Faculté de Médecine : *Du certificat médical avant le mariage.*

25 février. — M. Launois, professeur agrégé à la Faculté de Pharmacie : *La thérapeutique moderne et l'essai physiologique des substances thérapeutiques.*

4 mars. — M. Léri, professeur agrégé à la Faculté de Médecine : *Les nains et les géants* (projections).

18 mars. — M. H. Bénard, chargé de cours à la Faculté des Sciences, *La structure cellulaire dans le monde inorganique* (projections et cinématographe).

25 mars. — M. Strohl, professeur à la Faculté de Médecine : *Quelques applications scientifiques du cinématographe.*

15 avril. — M. Firmin Gémier, directeur du Théâtre national de l'Odéon : *Le théâtre au service du rapprochement des peuples* (avec auditions).

— *Faculté de Pharmacie.* — Le Musée Moissan, inauguré discrètement en juin 1925 par l'Association des Amis de la Faculté, a été solennellement visité, le 30 janvier, par l'ensemble des trois formations de l'Institut de Chimie dont Moissan fut le directeur, de 1899 à 1907. Le professeur Lebeau, qui fut le chef de laboratoire du Maître à la Faculté des Sciences, aujourd'hui professeur à la Faculté de Pharmacie, a fait revivre l'œuvre du célèbre chimiste dans une brillante allocution faite aux élèves de l'Institut, réunis dans le grand amphithéâtre. Il a rappelé la mémorable découverte du fluor, en 1886, réalisée dans l'amphithéâtre des laboratoires provisoires de la Faculté des Sciences, rue Michelet, où l'on a installé, en 1896, l'Institut de Chimie sur l'initiative du professeur Friedel. Le four électrique créait une nouvelle chimie et amorçait une industrie aujourd'hui prospère.

— *Ecole normale supérieure.* — Le nombre des élèves à admettre à la suite du concours de 1926 est fixé à 48, dont 20 pour la section des sciences.

Il ne sera fait aucune nomination de boursiers auprès des Facultés de l'Université de Paris, en plus des 48 nominations fixées par l'arrêté ministériel. Aucune demande de ce genre ne pourra être examinée.

— De nombreuses personnes ont été sollicitées depuis

Digitized by Google

quelques mois en faveur de différentes œuvres universitaires. Les Comités de ces œuvres signalent que seuls les délégués désignés par eux et munis, à cet effet, d'un pouvoir régulier, ont qualité pour solliciter en leur nom des souscriptions.

Les personnes qui désireraient témoigner de leur sympathie envers l'une ou l'autre de ces Associations ou Fondations peuvent s'adresser :

Pour la *Fondation nationale pour le développement de la Cité Universitaire*, à M. Branet, conseiller d'Etat honoraire, 44, rue Cardinet.

Pour l'*Association générale des Etudiants*, à M. Gattino, président, 13, rue de la Bûcherie.

Pour le *Sanatorium des Etudiants*, au Dr Crouzat, secrétaire général, 1, rue Pierre-Curie.

De même les personnes qui désireraient s'inscrire à la *Société des Amis de l'Université de Paris* doivent s'adresser au Recteur de l'Académie, 47, rue des Ecoles, à la Sorbonne.

Muséum d'Histoire naturelle. — *Cours de Zoologie.* — M. le professeur C. Roule a ouvert son cours le mercredi 20 janvier, à 14 h. 1/2 (salle des cours du premier étage des galeries de zoologie) et le continuera à la même heure le vendredi et le mercredi de chaque semaine.

L'enseignement est divisé en deux parties :

1° Zoologie descriptive et biologique : la biogéographie des poissons de nos eaux douces.

2° Leçons d'application à la pisciculture et aux pêches (les leçons commenceront fin février et seront annoncées ultérieurement).

— M. le professeur L. Joubin, membre de l'Institut, commencera son cours le samedi 13 février, à 10 heures (salle des Cours des Galeries de Zoologie, 1er étage) et le continuera à la même heure, le mardi, le jeudi et le samedi de chaque semaine. Le professeur étudiera les Brachiopodes.

— *Cours de Géologie.* — M. le professeur de Géologie, P. Lemoine, a ouvert son cours le samedi 16 janvier, à 17 heures (Amphithéâtre de Minéralogie) et le continuera chaque semaine : 1° Le samedi à 17 heures : Histoire de la Terre : IV. Période tertiaire. 2° Le dimanche à 10 heures : Les volcans et les tremblements de terre.

Le cours sera complété par des excursions géologiques.

— M. R. Abrard, docteur ès-sciences, assistant, a commencé le samedi 6 février, à 17 heures, une série de leçons sur le *Nummulitique*. Ces leçons auront lieu les samedis à 17 heures (Amphithéâtre de Géologie, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire).

— La chaire de Physique végétale est déclarée vacante (6 février 1926). Un délai de vingt jours est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Institut de paléontologie humaine. — Les conférences de 1926 auront lieu le samedi à 17 heures dans l'ordre suivant :

13 février. — M. le Dr Capitan, chargé de cours au Collège de France : *Paris avant l'Histoire.*

20 février. — M. Jean Bruhnes, professeur au Collège de France : *Le cadre géographique des grands sites préhistoriques du Périgord et de l'Ariège* (projections en couleurs).

27 février. — M. le Dr de Saint-Périer : *Les Chasseurs de Rennes des environs de Saint-Gaudens.*

6 mars. — M. R. Vaufray : *Voyage dans la Sicile préhistorique.*

13 mars. — M. H. Breuil, professeur à l'Institut de Paléontologie humaine : *Peintures préhistoriques espagnoles et peintures africaines.*

26 mars. — M. R. Verneau, professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'Institut de Paléontologie humaine : *Les Négrilles ou Nains de l'Afrique Centrale* (avec film de la mission Citroën).

École Polytechnique. — Jusqu'à présent, les répétiteurs, répétiteurs adjoints et auxiliaires et les maîtres étaient nommés par le ministre pour la durée de l'année scolaire. Ils pouvaient être nommés de nouveau l'année suivante sur la proposition des conseils de l'Ecole.

Désormais ils seront nommés sans limitation de durée.

École navale. — Un certain nombre de candidats avaient échoué au concours d'entrée de 1925 par suite de l'application, sans mesure transitoire, du programme d'août 1924 qui assimilait celui de l'Ecole navale à celui de l'Ecole polytechnique. Les résultats escomptés ne s'étant pas réalisés, un programme moins chargé en mathématiques fut élaboré. C'est pourquoi le Ministre de la Marine vient de décider que les candidats qui avaient échoué en 1925, à la limite d'âge, pourraient se présenter de nouveau en 1926. Pour ceux-ci, seulement, la limite d'âge se trouve ainsi portée exceptionnellement à vingt ans.

Université de Lyon. — L. Leullier, agrégé près la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie, est nommé professeur de Pharmacie à la dite Faculté.

Université de Lille. — Un Institut des Sciences sociales vient d'être créé.

Université de Clermont. — La Station biologique de Besse (Puy-de-Dôme), dirigée par M. Moreau, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont, sera ouverte aux chercheurs, cette année, du 15 juin au 1er octobre.

Cette Station peut offrir aux travailleurs (célibataires ou mariés) un certain nombre de chambres, ainsi que les repas. La Direction espère que le prix, par jour, du logement et de la nourriture, sera compris entre 12 et 15 francs.

Les places étant en nombre limité, les personnes qui ont l'intention d'y travailler (et non d'y villégiaturer) devront en informer le plus tôt possible la Direction en indiquant l'époque de leur séjour et en faisant connaître d'une manière générale la nature des recherches auxquelles elles désirent se livrer.

Pour tous renseignements, s'adresser au Directeur de la Station ou à M. Denis, assistant de Botanique à la Faculté des Sciences de Clermont.

Université de Besançon. — Un concours s'ouvrira le 23 juillet 1926 devant la Faculté de Pharmacie de Nancy, pour l'emploi de professeur suppléant de Physique et Chimie à l'Ecole préparatoire de médecine et de pharmacie de Besançon. Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture dudit concours.

Université de Lyon. — M. L.-G. Gouy, membre non résident de l'Académie des Sciences, professeur honoraire à la Faculté des Sciences, vient de mourir à l'âge de 72 ans. Les travaux de cet éminent physicien ont porté notamment sur la vitesse de la lumière, la propagation des ondes sphériques de faible rayon, la diffraction, l'électro-statique et les mouvements browniens. En 1901, l'Académie des Sciences l'avait élu membre correspondant et en 1913, membre non résidant. L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 janvier 1926.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Ph. Le Corbeiller.* — **Sur les substitutions du groupe moléculaire complexe.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Ladislas Niklibore* (prés. par M. J. Hadamard) — **Sur les fonctions hyperharmoniques.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Kampé de Fériet* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'uniformisation d'une classe de fonctions définies par des séries entières à coefficients méromorphes.**

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Constant Lurquin*

Digitized by Google

(prés. par M. Émile Borel). — **Sur la covariation binaire.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Kiveliovitch* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les conditions d'un choc binaire dans le problème des trois corps.**

ASTRONOMIE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **Précisions sur le noyau dense interne du Soleil et sur le mouvement des taches en latitude.**

L'existence d'un noyau solaire dense surmonté d'une épaisse atmosphère de faible densité moyenne peut être appuyée de diverses preuves. Russel et G. Stewart ont montré que la pression dans la photosphère n'est que de 0 atm. 01, ce qui implique une très faible densité. La météorologie d'une épaisse atmosphère peut seule expliquer comment la pulsation régulière d'un noyau peut se traduire à la surface par des irrégularités marquées de la période, et comment, par leur disparition en profondeur, les tourbillons prenant naissance sur le noyau manifestent une discontinuité en latitude. Au début, les taches ont une vitesse plus grande que leur vitesse moyenne (rotation en 23 jours à l'Équateur au lieu de 25 jours, rotation moyenne) comme si elles étaient émises par un noyau à rotation rapide.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Pauthenier* (prés. par M. Cotton). — **Mesure photographique de l'électrostriction dans le cas du tétrachlorure de carbone.**

L'auteur emploie le dispositif suivant : le tube de liquide est entre miroirs de Jamin. L'un des faisceaux lumineux passe entre les armatures, longues de 90 cm., l'autre en dehors. L'angle d'incidence sur les miroirs est faible ; la polarisation de la lumière négligeable. La source lumineuse est un arc au charbon ; l'image des franges, rétrécie par une lentille cylindrique, se forme sur une plaque photographique animée d'un mouvement de translation convenable. Un dispositif automatique charge l'armature isolée du condensateur pendant un temps très court (quelques centièmes de seconde), puis la décharge. La nécessité d'impressionner la plaque limite la valeur supérieure de sa vitesse.

Des figures indiquent les résultats obtenus.

ÉLECTRICITÉ. — *H. Pélabon* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la détection et la stabilité de certains détecteurs.**

Ces nouvelles recherches ont conduit l'auteur à conclure que tout contact imparfait métal-diélectrique-métal peut constituer un détecteur. Si le diélectrique interposé est gazeux ou liquide, le détecteur obtenu est inutilisable par suite de son extrême instabilité due aux variations inévitables de la température. Les solides pulvérulents très mauvais conducteurs permettent de stabiliser ces détecteurs, ils sont d'autant plus efficaces que leur coefficient de dilatation est plus faible et que leur résistance à la déformation est plus grande.

MAGNÉTISME. — *Pierre Weiss.* — **Sur le paramagnétisme indépendant de la température.**

Mlle P. Collet a trouvé dans le chlorure lutéocobaltique un deuxième exemple de substance paramagnétique en solution possédant un coefficient d'aimantation indépendant de la température. Le premier exemple avait été donné par le bichromate de potassium. M. Weiss se basant sur ces deux faits pour une étude sur les théories du paramagnétisme conclut que le mécanisme de l'aimantation constante comporterait une orientation, mais d'une partie seulement de l'atome : le paramagnétisme constant serait un phénomène intra-atomique.

ÉLECTROCHIMIE. — *Andrieux* (prés. par M. G. Urbain). — **Électrolyse ignée des oxydes dissous dans l'acide borique ou dans les borates.**

En ajoutant au borax des oxydes peu solubles comme l'alumine et la glucine calcinées, on peut éviter presque complètement la réduction de l'électrolyte et obtenir des globules de sodium de 1 ou 2 gr. ne contenant que peu de bore à la périphérie. En favorisant au contraire, la réduction, on n'obtient plus que du bore lorsque la température de la cathode dépasse 900°. En électrolysant à 950° les borates de potassium et de lithium, on obtient également du bore. En dissolvant, dans l'acide borique ou les borates, les oxydes des métaux moins électropositifs que les précédents, on obtient par électrolyse les métaux correspondants comme le zinc et le cadmium, ou des produits complexes comme des bronzes de tungstènes, par exemple.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Baykoff* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la théorie du durcissement des ciments hydrauliques.**

Le phénomène du durcissement paraît plus complexe que les recherches de M. Le Chatelier l'avaient fait penser jusqu'ici. L'hydratation première des constituants anhydres du ciment donnerait des hydrates colloïdaux, puis le gel cristallin ainsi produit se transformerait en un agrégat de gros cristaux, par suite de la solubilité plus grande des cristaux de petites dimensions.

Il y aurait trois périodes à envisager dans le durcissement : la dissolution, la colloïdation et la cristallisation.

— *A. Kling* et *A. Lassieur* (prés. par M. Jean Perrin). — **Stabilité des solutions de gaz carbonique.**

Les auteurs ont indiqué précédemment (*C. R.*, 181, 1925, p. 1062) que l'eau aussi complètement purifiée que possible présente une réaction acide correspondant à pH = 5,8 environ.

Ils ont recherché dans quelle mesure elle pouvait fixer de l'acide carbonique. Ils ont saturé de gaz une eau purifiée par distillation dans un appareil en platine, et ont observé qu'elle perdait assez rapidement son acide carbonique jusqu'à un point fixe correspondant à la valeur pH = 5,8. L'acide carbonique ne devient stable qu'en cas de présence d'ammoniaque.

Leurs expériences les ont conduits à une confirmation de leurs conclusions précédentes : la réaction acide de l'eau purifiée n'est pas due à la présence de gaz carbonique.

CHIMIE MINÉRALE. — *T. Karantassis* (prés. par M. A. Béhal). — **Recherches sur le chloro-iodure, le bromo-iodure et le chlorobromure stanneux.**

Dans la préparation du chloro-iodure stanneux par dissolution d'iode dans Cl^2Sn et Cl H, et réduction de la liqueur rouge obtenue par un excès d'étain en feuilles, la réaction finale est $2\,Cl^2Sn + 2\,I^2Sn = 4\,ClISn$. Suivant que la solution contient plus ou moins de I^2Sn, les phénomènes de cristallisation sont différents. Il en est également ainsi pour le bromo-iodure stanneux obtenu en réduisant par l'étain une solution de Br^4Sn et BrH additionnée d'iode, suivant les proportions d'iodure et de bromure.

Avec le chlorobromure stanneux, aucun résultat net n'a pu être obtenu par voie humide. Les recherches par voie sèche font entrevoir qu'il n'y a pas de composé mixte stable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault* (prés. par M. Charles Moureu). — **Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone.**

Poursuivant ses recherches sur ce sujet qui a déjà fait l'objet de plusieurs Notes, l'auteur a été conduit à obtenir deux lactones, fondant l'une à 120° et l'autre à 82°, qui sont isomères mais très différentes comme constitution et comme réactions. Cette nouvelle Note a pour objet l'étude de la lactone fondant à 120°.

— *Faillebin* (prés. par M. Charles Moureu). — **Hydrogénation de cétones en présence de noirs de platine pur et impur.**

L'auteur a montré antérieurement que l'adjonction au noir de platine de certaines impuretés modifiait le résultat de l'hydrogénation de diverses cétones et aldéhydes. Au cours de nouvelles expériences, il a constaté que l'enlèvement du fer au platine donne un catalyseur entièrement changé,

Digitized by Google

donnant un effet très comparable à celui du platine pur. Le cas du platine-aluminium est analogue : appliqué à l'hydrogénation de l'acétylacétone, le composé d'aluminium se dissout et l'on obtient un résultat analogue à celui que donne le platine pur.

— *Raymond Delaby* (prés. par M. A. Béhal). — **Oxydation catalytique des vinylcoylcarbinols en vinylcoylcétones en présence du noir de palladium.**

Le palladium a permis de réaliser l'oxydation catalytique des vinylcoylcarbinols, oxydation d'ailleurs accompagnée de la deshydratation partielle de l'alcool en carbure diéthylénique. L'obtention des cétones vinylées par cette méthode n'est qu'un mode de formation par suite de la nécessité d'opérer sous pression réduite, d'où résulte la difficulté de condensation des produits de la réaction.

La méthode de MM. Blaise et Maire, malgré les cinq transformations qu'elle exige à partir de l'acroléine, reste donc le procédé de choix de préparation de ces cétones non saturées.

— *André Cornillot* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur les éthers-bis-phtalide-carboniques.**

Sauf des cas très exceptionnels, la seule action connue des composés organo-zinciques mixtes sur les éthers chlorophtalide-carboniques est la substitution d'un radical à l'halogène des chlorures d'acides et des dérivés halogènes alcooliques, quand il est suffisamment mobile pour réagir. Or, dans le cas étudié par l'auteur, le résultat est la soudure deux à deux des restes lactoniques par leurs carbones tertiaires, selon un mode analogue à celui de la réaction de Wurtz, d'où formation de l'éther bis-phtalide-carbonique.

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* — **Sur la détection et le faciès des cristaux de galène et de pyrite.**

Le pouvoir détecteur paraissant être sous la dépendance de certaines faces cristallines, l'auteur a recherché quelle relation pouvait exister entre lui et le faciès des cristaux de galène et de pyrite. Or, il s'est trouvé que les cristaux les plus purs ne présentaient que peu ou pas de sensibilité, ce qui semble infirmer la théorie de plusieurs physiciens qui ont pensé que la détection était due à la répartition des atomes dans les cristaux.

MÉTALLURGIE. — *Georges Delbart* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Étude de la fragilité des aciers étirés à froid.**

Pour les aciers doux il y a un maximum de fragilité pour les recuits compris entre 300° et 400° et un minimum entre 900° et 1.000°, sans toutefois percevoir les effets de l'écrouissage critique pour les recuits entre 650° et 850° ; par contre, au recuit final des aciers demi-durs, on a observé un minimum de fragilité pour le recuit à 700° qui est coalescent.

Les nombreux essais effectués montrent l'influence favorable des étirages et recuits rapides à 700°.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Conrad Kilian* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la mesure dans laquelle la période silurienne est représentée par ses formations de l'Enceinte tassilienne, et sur la présence de l'Ordovicien au Sahara.**

Le Silurien au Sahara n'est pas limité au seul groupe gothlandien, mais l'Ordovicien est également présent dans l'enceinte tassilienne.

VULCANOLOGIE. — *G. Georgalas* et *N. Liatsikas* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur l'analyse spectrale des flammes du volcan de Santorin (éruption de 1925).**

De leurs analyses, les auteurs arrivent à conclure à la présence dans les mélanges gazeux qui sortent du dôme central du volcan, de l'hydrogène, de vapeurs de chlorure de sodium, de l'azote et de l'oxygène et probablement de chlorure de fer (?).

BOTANIQUE. — *F.-X. Skupienski* (prés. par M. J. Costantin). — **Sur le cycle évolutif chez une espèce de Myxomycète Endosporée, *Didymium difforme* (Duby).**

Les spores de *Didymium difforme* sont unisexuées et l'œuf (ou zygote) résulte de la fusion de deux myxamibes-gamètes de signes différents (+) et (—), provenant chacune de deux spores sexuellement différentes (+) et (—).

Didymium difforme est donc une espèce hétérothallique, puisqu'il faut deux sortes de spores pour obtenir les deux sortes de myxamibes-gamètes et la fructification.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Hée* (prés. par M. Guignard). — **Influence de la température sur l'intensité de la respiration des plantes submergées.**

La respiration des plantes submergées (*Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Cladophora*), augmente constamment avec l'accroissement de la température du milieu ambiant. Il ne paraît pas y avoir de valeur optimale. L'accroissement de la respiration en fonction de la température n'obéit pas à la règle de Van't Hoff.

— *P. P. Stanescu* (prés. par M. Molliard). — **Les variations quantitatives des substances hydrocarbonées, dans les feuilles des plantes vertes au cours d'une journée.**

Les disaccharides varient, en général, plus qu'un autre hydrocarboné. Le maximum total le plus important des hydrates de carbone se produit en été. L'heure de son apparition, ainsi que de celui de chaque catégorie d'hydrocarbones, est très variable ; en général les maximum sont atteints plutôt en été. Ordinairement, ils surviennent bien avant le soir et quelquefois même le matin. Le minimum total survient pendant les dernières heures de la nuit ou les premières du matin.

De ces résultats ressort avec évidence le caractère de phénomène rythmique de la photosynthèse. Ce caractère est particulièrement net pendant la journée et surtout en été.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Béguin* (prés. par M. L. Guignard). — **Application de la méthode biochimique de recherche des glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase à l'étude des racines fraîches du *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. Obtention d'un glucoside nouveau, le polydatoside.**

Le glucoside obtenu, *polydatoside*, fond à + 153°-154°, au bloc Maquenne. Il est hydrolysé par la rhamnodiastase. Le produit d'hydrolyse insoluble dans l'eau, que les auteurs proposent d'appeler *polydatogénol*, cristallise dans l'éther en lamelles incolores. Il se sublime sans fondre entre + 245° et + 250°, en laissant un résidu charbonneux.

ENTOMOLOGIE. — *L. Mercier* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Orthogenèse des muscles vibrateurs longitudinaux du vol chez les Diptères.**

Les Diptères proviennent d'une souche ancestrale qui possédait des vibrateurs longitudinaux formés de nombreuses fibres disposées côte à côte (comme les Hémiptères et les Hyménoptères, pour ne citer que des Insectes pourvus d'ailes à battements vibratoires). Ce type ancestral d'architecture s'est conservé chez un petit nombre de Diptères actuels (type empidé) alors que chez la plupart s'est réalisé le type muscidé qui comporte une réduction du nombre des fibres et leur disposition unisériée dans chacun des muscles.

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Jean Piveteau* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **De l'importance des caractères structuraux dans l'interprétation de certains fossiles rangés dans les Reptiles.**

La position de la ceinture pectorale des *Théromorphes* (*Paréiasauriens* et *Thérapsidiens*) ne peut dériver de celle présentée par *Seymouria*, comme on l'a prétendu parfois. D'autre part, la ceinture pelvienne de *Seymouria* est placée sous la cavité abdominale, alors qu'elle devrait être en arrière du cœlome s'il y avait une relation génétique entre

Digitized by Google

les deux groupes. Le groupe des Théromorphes se trouve ainsi nettement délimité par rapport aux Amphibiens

ZOOLOGIE. — *Maurice Aubertot* (prés. par M. L. Joubin). — **Contractilité de l'appareil excréteur chez les larves du** *Rhabditis pellio* (Schn.).

Les larves du troisième stade du *Rh. pellio* offrent un cas indiscutable d'appareil excréteur contractile, ce qui confirme l'opinion de Bastian et peut fournir une explication du phénomène observé par Maupas ; car, en supposant que les canaux latéraux soient totalement dépourvus de tissu contractile propre, il est clair qu'ils peuvent, grâce à l'élasticité de leurs parois, donner l'illusion de contractions et de dilatations successives, puisque la pression à l'intérieur de l'appareil tout entier varie avec les systoles et les diastoles de l'anse contractile.

HÉMATOLOGIE. — *L.-M. Bétancès* (prés. par M. Henneguy). — **Genèse des organes hématopoiétiques et des cellules du sang des Invertébrés.**

L'histogenèse et la structure des organes hématopoiétiques des Invertébrés rappelle clairement l'histogenèse et la structure du tissu hématopoiétique du foie, de la rate, des nodules lymphoïdes et de la moelle osseuse de l'embryon des Mammifères et de celle des organes lymphoïdes des Ichthyopsides. Chez les Invertébrés, ces organes restent donc avec une structure embryonnaire par rapport à ceux des Mammifères et sans avoir un système vasculaire développé.

CYTOLOGIE. — *A. Policard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Les mouvements des cellules sarcomateuses cultivées** *in vitro*.

Sur des cultures *in vitro* de cellules de sarcome expérimental de Mammifère, cultures de deux jours en plasma cancéreux, l'auteur a pu étudier quelques-unes des caractéristiques biologiques de ces éléments.

Les cellules sarcomateuses, observées vivantes à 38°, sont des éléments de dimensions très variables, entre 8 et 20 μ de diamètre moyen. Elles montrent un noyau ovoïde, souvent déformé, avec un ou deux nucléoles. Une des caractéristiques les plus nettes de ces cellules réside dans leurs mouvements amiboïdes incessants et rapides. C'est une véritable trépidation.

TOXICOLOGIE PHYSIOLOGIQUE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. Ch. Richet). — **Action de la yohimbine et des alcaloïdes actifs de l'ergot sur l'innervation vasomotrice sympathique du rein.**

En dehors de la yohimbine, les alcaloïdes actifs de l'ergot (ergotamine, ergotoxine, ergotinine) sont seuls à provoquer, d'ailleurs à des degrés très différents, la paralysie des vasoconstricteurs rénaux. Cette réaction, très sensible et très constante, paraît beaucoup plus adéquate à la titration physiologique des extraits d'ergot, dit l'auteur, que les méthodes jusqu'ici proposées.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Risler* et *Foveau de Courmelles* (prés. par M. D. Berthelot). — **Sur l'action physiologique des rayons ultraviolets transmis par les verres légers d'usage courant.**

Les auteurs ont eu l'occasion de constater récemment quatre cas curieux d'accidents survenus dans leur laboratoire par suite de l'emploi de lampes *à verres légers*. Ils relatent, dans cette Note, les circonstances dans lesquelles ces accidents se sont produits et les caractéristiques des lampes qui les ont occasionnés. Dans les quatre cas relatés, l'action érythémateuse de l'ultraviolet sur les tissus humains s'est exercée par l'absorption des rayons compris dans la région située entre $\lambda = 2960$ Å et $\lambda = 3120$ Å.

Ces observations, d'après M. D. Berthelot, viennent confirmer et compléter des faits anciennement connus.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* (prés. par M. Émile Roux). — **Formation, par chauffage de sucs végétaux, de l'urée et d'un corps donnant la même réaction colorée hydrazinique que le formol.**

Une substance, produisant la même réaction colorée hydrazinique que le formol, apparaît par court chauffage du suc foliaire de plusieurs végétaux (feuilles d'Érable, Haricots verts). Le contenu cellulaire des feuilles d'Érable donne simultanément naissance à l'urée pendant le chauffage. La formation simultanée, par chauffage de sucs végétaux, de l'urée et d'un corps donnant la même réaction colorée hydrazinique que le formol, résulte de l'hydrolyse d'un uréide.

PROTISTOLOGIE. — *G. Delamare* et *Saïd Djémil* (prés. par M. H. Vincent). — **Formes anormales de** *Plasmodium vivax*.

Plasmodium vivax peut, dans certaines conditions, présenter la plupart des anomalies généralement considérées comme caractéristiques de *Pl. præcox*. Les anomalies nucléaires portent sur le nombre, la forme, le volume, la structure et la situation. Les anomalies protoplasmiques intéressent la structure et la forme des parasites.

PARASITOLOGIE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur une nouvelle maladie du noyau ou grasserie des chenilles de** *Pieris brassicæ* **et un nouveau groupe de microorganismes parasites.**

Les caractères pathogéniques de la grasserie des Piérides permettent de ranger cette affection dans la catégorie des maladies du noyau. L'auteur range les éléments parasitaires de ces affections dans un groupe intermédiaire entre les Bactéries et les Protozoaires et propose de donner au genre le nom de *Borrellina*. Le parasite de la grasserie du Ver à soie sera nommé *B. bombycis ;* celui de la grasserie des Piérides, *B. brassicæ* et celui de l'autre maladie du noyau du même Insecte, *B. pieris*.

IMMUNOLOGIE. — *M^me^ Phisalix* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Immunité naturelle de l'Anguille vis-à-vis du virus rabique et action rabicide de son sérum.**

L'anguille se comporte comme la vipère vis-à-vis du virus rabique. Elle est naturellement réfractaire à la rage provoquée par l'inoculation du virus fixe. Son sérum est antirabique *in vitro*. Il est aussi antirabique dans l'organisme même de l'anguille, qu'il protège contre l'inoculation expérimentale du virus rabique.

MICROBIOLOGIE. — *B. Issatchenko* (prés. par M. S. Winogradsky). — **Sur la nitrification dans les mers.**

L'étude de nombreux échantillons d'eau pris au large, dans les bassins de la mer d'Azov et de la Mer Noire, a donné un résultat uniformément négatif : les microbes nitrificateurs faisaient partout défaut.

Différents ont été les résultats de l'étude des échantillons de la vase du fond. Dans la mer d'Azov, tous les échantillons, à l'exception d'un seul, ont donné lieu à une nitrification normale dans la solution minérale ordinaire additionnée de 2 % de sel marin. Le bassin de la Mer Noire est plutôt très pauvre en microbes spécifiques.

MÉDECINE. — *X. Debedat* (prés. par M. d'Arsonval). — **Épithéliomas de Röntgen ulcérés guéris par la haute fréquence (diathermo-coagulation).**

Cette auto-observation, que l'auteur accompagne de réflexions personnelles, est écrite surtout dans l'intérêt des blessés des rayons X. Le remède est la *diathermo-coagulation* qui doit être appliquée sans perdre de temps, et avant tout signe de généralisation.

Guéri par le traitement diathermothérapique, l'auteur estime qu'on ne devrait plus mourir du cancer des radiologistes.

P. GUÉRIN.

Digitized by Google

Séance du 18 janvier 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J.-F. Ritt.* — **Sur les fonctions méromorphes qui admettent un théorème d'addition ou de multiplication.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Julius Wolff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur l'itération des fonctions bornées.** — *G. Valiron* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un théorème de M. P. Lévy.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Charles Jourdan* (prés. par M. d'Ocagne). — **Formules nouvelles pour comparer deux probabilités *a posteriori*.**

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *M. d'Ocagne.* — **Sur la classification d'ensemble de tous les procédés de calcul dérivés de la géométrie et de la mécanique.**

HYDRODYNAMIQUE. — *A. Liénard* (prés. par M. Brillouin). — **Une généralisation du tourbillon sphérique de Hill.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante. L'énergie par centimètre cube et par gramme au moment de l'explosion.**

L'énergie de la matière fulminante pure par centimètre cube, au moment de sa destruction, est environ 2 860 kg.

Son énergie par gramme est environ quatre fois celle de la nitroglycérine.

— *H. Buisson* et *C. Jausseran* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les variations de l'ozone de la haute atmosphère.**

Les observations se sont poursuivies pendant les mois d'août et de septembre 1925. Un tableau résume les résultats obtenus : il indique, à partir d'un jour pris comme terme de comparaison (26 juillet), en centième de millimètre, les variations de la quantité d'ozone. En comparant les valeurs extrêmes, on constate des différences de 0 mm. 45, soit d'environ 15 % de la quantité moyenne.

Les déterminations relatives à l'épaisseur d'ozone confirment la valeur moyenne 0 cm. 300 obtenue en 1920, et présentent entre elles, d'un jour à l'autre, les mêmes écarts que ceux que donne l'observation différentielle.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *E. Tabesse* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques dans le bassin de la Loire.**

Les résultats obtenus comparés avec ceux de Mòureaux ont permis de calculer les variations séculaires.

Pour 0...	— 2°55'1	(extrêmes — 3°1	et — 2°51'.
Pour 1...	— 0°44'1	(extrêmes — 0°49'	et — 0°39'.
Pour 4...	+ 0°00231	(extrêmes + 0°0028	et + 0°0017.

Les résultats montrent qu'il serait, en général, illusoire de vouloir déduire les variations séculaires de mesures faites dans des localités présentant une anomalie locale accentuée, lorsque les emplacements ne peuvent pas être déterminés avec une grande précision.

ÉLECTRICITÉ. — *André Samuel* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur un nouvel isolant électrique.**

L'auteur a préparé un produit de condensation de l'aldéhyde formique avec le crésol ; la polymérisation a été arrêtée au point où le produit, à l'état visqueux, est encore très soluble dans l'alcool et l'acétone. Il est alors traité par le chlorure de soufre S^2Cl^2 en neutralisant l'acide chlorhydrique à mesure qu'il se forme. On arrête la réaction dès qu'il y a un excès de soufre.

Le produit final est une poudre blanche de densité 1,8 auquel l'auteur donne le nom de *thiolite*, et qui possède des propriétés diélectriques remarquables.

OPTIQUE. — *Gustave Bessière* (prés. par M. L. Lumière). — **Sur une méthode conduisant à l'obtention d'images « péristéréoscopiques ».**

L'auteur s'est proposé de représenter, sur une surface plane unique, tous les aspects que présente un objet quand le spectateur se déplace horizontalement entre deux limites, ce qui réalise l'effet Lippmann limité au sens horizontal et assure la perception du relief.

La démonstration de la méthode est faite à l'aide de figures.

SPECTROSCOPIE. — *L. Végard* (prés. par M. Deslandres). — **Sur l'interprétation des spectres émis par de l'azote solide et des mélanges solidifiés d'azote et de gaz inertes.**

Le rapprochement entre les séries de l'azote pur et celles de l'argon contenant des traces d'azote, montrent que toutes les séries appartiennent à l'azote.

Les séries ε et η, comme les bandes N_1, N_2 et N_3, apparaissent dans la lumière persistante, et par conséquent ces lignes sont caractéristiques de la forme cristalline de l'azote.

ATOMISTIQUE. — *Pierre Bricout* (prés. par M. Deslandres). — **Production de la lumière ultraviolette par impact d'électrons de faible vitesse sur la surface d'un métal.**

Un filament à grand pouvoir thermionique est tendu dans l'axe d'une ampoule cylindrique en silice fondue transparente aux rayons ultraviolets jusqu'à λ 2.100 environ. L'anode, constituée par une bande de platine, étroite et légèrement incurvée, est située dans un plan radial passant par l'axe du filament et à une très petite distance de celui-ci. Le filament et l'anode sont entourés par une plaque cylindrique de molybdène que l'on peut porter à un potentiel positif par rapport au filament. Un vide très élevé règne à l'intérieur du tube.

Ce dispositif a permis à l'auteur de mettre en évidence une radiation ultraviolette qui semble due à l'excitation des atomes du métal par les chocs électroniques.

MAGNÉTOCHIMIE. — *P. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Propriétés magnétiques du radical carbonyle.**

Les recherches effectuées par l'auteur l'amènent à conclure que l'exaltation diamagnétique provoquée par l'azote est encore accentuée quand il est substitué par un radical négatif, elle est nettement atténuée par la substitution de radicaux positifs. Les composés à oxygène doublement lié cessent donc de constituer des anomalies irréductibles dans les lois d'additivité du diamagnétisme.

CHIMIE PHYSIQUE. — *B. Bogitch* (prés. par H. Le Chatelier). — **A propos des alliages fer-sulfure de fer.**

Aucun mélange de Fe-FeS fondu à l'abri des corps étrangers ne donne lieu à la formation de deux phases liquides.

Si la fusion est opérée en présence de certains corps en proportions variables on obtient, soit des métaux fortement hétérogènes, soit des doubles couches. Dans ce dernier cas, l'action du carbone produit un véritable déplacement de soufre dans ses alliages avec le fer. Il y a lieu de rapprocher ce fait d'un autre bien connu des aciéristes et dont la raison échappait jusqu'à présent : la désulfuration d'un acier par une scorie basique ne peut s'effectuer qu'en présence de carbone, introduit au préalable dans le métal fondu.

— *Francis Perrin* (prés. par M. Jean Perrin). — **Déterminations de la vie moyenne dans l'état activé des molécules fluorescentes.**

Dans une note précédente (*C. R.* 180, 1925, p. 581), sur la polarisation de la fluorescence, l'auteur avait été conduit à la formule :

$$p = \frac{1}{4}\frac{\eta}{\eta + s} \text{ avec } s = \frac{5}{6}\frac{RT}{V}\tau$$

de nouveaux calculs le conduisent à la formule :

$$p = \frac{1}{7}\frac{\eta_1}{\eta_1 + s} \text{ avec } s = \frac{20}{21}\frac{RT}{V}\tau$$

la valeur limite maximum étant $\frac{1}{7}$ au lieu de $\frac{1}{4}$

L'expérience a montré que l'hypothèse d'un oscillateur circulaire, qu'il avait faite, est à abandonner, mais on peut démontrer que la forme de la loi de variation de la polari-

Digitized by Google

sation en fonction de la viscosité η est générale et que, quelles que soient la nature de l'oscillateur auquel on assimile la molécule fluorescente, et la façon dont il est excité par le rayonnement incident, on doit avoir :

$$p = p_0 \frac{\eta}{\eta + s} \text{ avec } s = \left(1 - \frac{1}{3} p_0\right) \frac{RT}{V} \tau$$

p_0 étant la polarisation qu'on observerait si le mouvement brownien n'existait pas.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Favorsky* et *Mlle A. Tchilingaren* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur la déshydratation de α-glycols. Transpositions moléculaires des cétones en cétones.**

Le phénylisopropylcétone se transforme en méthylphénylcétone sous l'influence du chlorure de zinc. Le mécanisme de cette transposition peut être expliqué de deux manières : 1° le carbonyle peut rester à sa place, et ce sont le phényle et le méthyle qui permutent ; 2° il y a migration de l'oxygène du carbonyle au carbone voisin, et l'hydrogène et le méthyle se mettent à sa place. Dans le premier cas, on aurait le mécanisme proposé par Tiffeneau et Meerwein pour expliquer les transpositions moléculaires de α-glycols ; dans le second cas, il faut admettre l'intervention des éthers oxydés.

— *M. Bourguel* et *J. Yvon* (prés. par M. Moureu). — **Synthèse de quelques composés cis-éthyléniques.**

Les auteurs ont préparé les acides 1-buténecarbonique et 1-pentènecarbonique, et un alcool allocinnamique qu'ils considèrent comme de constitution *cis*, ce qui confirmerait la règle de cis-addition que l'un d'eux avait énoncée pour la demi-réduction des acétyléniques. En outre, la méthode de préparation qu'ils ont employée pourrait peut-être être généralisée pour obtenir des composés cis-éthyléniques.

L. FRANCHET.

BIOLOGIE. — *Paul Marchal.* — **Sur les conditions de la vie aérienne ou souterraine des Aphides et en particulier de l'*Eriosoma lanuginosum* Hartig.**

L'*Eriosoma lanuginosum* détermine les volumineuses galles en forme de vessie que l'on rencontre souvent sur les Ormes champêtres. Si ce Puceron est une espèce hypogée, ce n'est pas en raison d'un géotropisme positif ou d'un phototropisme négatif, mais parce que cette espèce recherche la fraîcheur de la terre. Si l'humidité et la fraîcheur ne lui font pas défaut, elle est parfaitement apte à évoluer sur les parties aériennes du Poirier et ne recherche plus les racines.

GÉOLOGIE. — *P. Fallot* et *R. Bataller* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la tectonique de la bordure méridionale du bassin de l'Ebre et des montagnes du littoral méditerranéen entre Tortosa et Castellon (Espagne).**

Les cartes géologiques indiquent entre la basse vallée de l'Ebre, Téruel et Castellon, une surface occupée par du Crétacé inférieur, où aucune ligne structurale n'apparaît. Les auteurs ont tenté d'y définir la direction et l'allure des plissements et de préciser leurs relations avec ceux de la Catalogne méridionale et de la chaîne celtibérique. Ils résument, dans cette Note, les résultats de leurs recherches sur la rive droite du cours inférieur de l'Ebre, dans la région littorale entre l'Ebre et le rio Mijares et dans le massif d'Alcorisa.

— *G. Mouret* et *E. Raguin* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur le prolongement à l'Ouest de la zone de dislocation de Boussac (Creuse).**

Dans sa partie reconnue, la zone de dislocation de Boussac s'étend du décrochement de Vareilles à l'Ouest jusqu'à la vallée du Cher à l'Est, sur une longueur de 70 kilomètres. Les dislocations sont surtout apparentes dans la moitié occidentale et c'est là que les mylonites acquièrent leur plus grand développement.

La zone de Boussac laisse au Sud les granites à biotite des environs d'Huriel ; elle forme la limite nord du grand massif granitique de Guéret avec sa ceinture septentrionale de granulite.

PHYSIOLOGIE. — *Garsaux*, *Malassez* et *Toussaint* (prés. par M. J.-L. Breton). — **Sur le vertige de rotation.**

Utilisant le manège dont est pourvu l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr, les auteurs ont été amenés, au cours d'expériences entreprises dans le but de rechercher l'influence de la rotation sur les temps de réaction visuelle, auditive et d'équilibration, à constater des phénomènes subjectifs intéressants.

Les impressions de montée ou de descente perçues pendant la mise en marche et durant l'arrêt progressif de l'appareil semblent dues aux variations de pression sur les macules vestibulaires, provoquées par la résultante de la force de pesanteur et de la force centrifuge. Les impressions d'obliquité paraissent dues aux mouvements du liquide endolymphatique sur les crêtes ampullaires, provoqués par les variations d'accélération angulaire.

BROMATOLOGIE. — *C.-F. Muttelet* (prés. par M. Lindet). — **Procédé pour distinguer les conserves de pois secs « régénérés » des conserves de pois verts.**

L'auteur a déjà proposé antérieurement les trois rapports $\frac{\text{amidon}}{\text{sucres}}$ $\frac{\text{amidon}}{\text{cellulose}}$ et $\frac{\text{azote insoluble}}{\text{azote soluble}}$ comme éléments d'appréciation dans l'examen des conserves de pois et notamment pour distinguer les conserves de pois verts des conserves de pois secs « régénérés » avant leur mise en boîtes. Il montre aujourd'hui que l'augmentation très notable des valeurs du rapport $\frac{\text{azote insoluble}}{\text{azote soluble}}$ constitue, pour les pois secs régénérés, un nouvel et précieux élément d'appréciation.

EMBRYOGÉNIE. — *Jacques Benoit* (prés. par M. Widal). — **Étude histologique de la glande génitale droite de la Poule ovariotomisée en un testicule.**

Les tubes séminifères qui se développent dans la gonade droite de la Poule ovariotomisée proviennent, par prolifération mitotique, de l'épithélium qui tapisse les lacunes formées chez l'embryon aux dépens des cordons de la première poussée, dits cordons médullaires. Quant aux cellules interstitielles, elles proviennent par division mitotique des cellules interstitielles préexistantes. La gonade droite de la Poule a donc bien (sauf évidemment dans les cas exceptionnels où la deuxième prolifération germinative, productrice d'ovocytes, a eu lieu), la valeur d'un testicule rudimentaire.

PARASITOLOGIE. — *Jean-C. Faure* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur la spécificité relative des Insectes parasites polyphages.**

L'étude du complexe Piéride du Chou-Hyménoptère parasite a amené l'auteur à ne considérer comme parasites électifs de ce Lépidoptère que *Apanteles glomeratus* et *Pteromalus puparum*. Ces insectes témoignent une affinité plus grande pour cette Piéride que pour n'importe lequel de leurs autres hôtes ; ils se rencontrent toujours et partout avec elle : il y a concordance parfaite entre leurs cycles biologiques et annuels et ceux de leur hôte normal, ce qui permet leur multiplication uniquement à ses dépens.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *G. Ramon* et *Ch. Zoeller* (prés. par M. Roux). — **De la valeur antigène de l'anatoxine tétanique chez l'homme.**

L'injection d'anatoxine tétanique faite chez l'homme à la dose de 0 cm³ 5, de 1 cm³ et de 2 cm³, est absolument inof-

Digitized by Google

fensive. Dans le sérum des sujets soumis aux expériences, l'on n'a trouvé, avant la vaccination, aucune trace d'antitoxine tétanique. En moyenne, sur dix sujets, les auteurs en ont trouvé un chez lequel l'aptitude à faire de l'antitoxine tétanique est très prononcée par comparaison à celle des neuf autres.

MM. Ramon et Zoeller ont constaté que l'anatoxine tétanique peut être ajoutée à un vaccin microbien, tel que celui employé contre les affections typhoïdes (vaccin T. A. B.) sans que la production d'antitoxine soit diminuée dans cette vaccination associée.

MICROBIOLOGIE. — *C. Levaditi, S. Nicolau* et *I.-A. Galloway* (prés. par M. Roux). — **Passage du virus de la fièvre aphteuse à travers les membranes en collodion.**

Le virus de la fièvre aphteuse filtre sous pression à travers des membranes en collodion. Il se comporte comme les ultravirus neurotropes de la rage, de l'encéphalite, de l'herpès et du neurovaccin.

Ainsi donc, les ultravirus paraissent constitués par des agrégations de matière protéique vivante dont les dimensions ne semblent pas éloignées de celles des agrégats albuminoïdes servant de support aux propriétés diastasiques et aux toxines microbiennes. P. GUÉRIN.

Séance du 25 janvier 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *D. Mordoukhay-Boltovskoy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la généralisation du théorème d'Eisenstein indiquée par Tchebychef.**

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une classe de représentations conformes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Armand Denjoy* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'itération des fonctions analytiques.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A. Miller* (trans. par M. Appell). — **Sur l'habillage des surfaces.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Kivéliovitch* (prés. par M. Hadamard). — **Le calcul des conditions du choc linéaire dans le problème des trois corps.**

MÉCANIQUE. — *V. Foch* (prés. par M. Mesnager). — **Sur la réduction du problème à une équation intégrale de Fredholm.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Bernard Lyot* (prés. par M. Deslandres). — **Polarisation de la planète Vénus.**

De nouvelles observations ont montré que la polarisation de Vénus varie avec les conditions d'éclairement suivant une loi régulière que l'auteur expose au moyen d'une figure.

L'explication des polarisations trouvées sur Vénus doit, semble-t-il, être cherchée par comparaison avec celles que donnent les nuages de goutelettes d'eau. Les résultats dépendent à la fois de l'épaisseur du nuage et de la grosseur des gouttes.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L. Eblé* et *J. Itié* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1er janvier 1926.**

Les résultats des observations poursuivies en 1925 à la Station du Val-Joyeux sont exposés dans un tableau donnant les valeurs absolues et la variation séculaire des éléments magnétiques.

POLARIMÉTRIE. — *E. Darmois* et *P. Gabiano* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude polarimétrique de dimolybdomalates minéraux et organiques. Sur une application de la loi d'Oudemans.**

L'un des auteurs a précédemment étudié les propriétés des complexes formées par l'acide molybdique et l'acide malique, les dimolybdomalates de Na et de Am avaient été obtenus cristallisés et leurs poids moléculaires, déterminés.

Les auteurs ont cherché à généraliser ces premiers résultats en étudiant la neutralisation de l'acide complexe par d'autres bases et en comparant les pouvoirs rotatoires des sels formés. Les résultats de leurs observations sont exposés dans plusieurs tableaux.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *V. Posejpal.* — **L'absorption de résonance dans le domaine des rayons X.**

L'auteur s'est servi de la série K du tungstène : une feuille de tungstène a été interposée entre la fente d'un spectrographe Leemann et la plaque photographique, de manière à couvrir le spectre ainsi obtenu par une bande centrale absorbante. Les mesures effectuées au moyen d'un microphotomètre ont permis de trouver le coefficient massique d'absorption, $\mu : \rho$, au facteur γ près de la formule $D = A + \gamma \log E$, qui relie la densité D à l'éclairement E.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur les propriétés de certains aciers nickel-chrome traités.**

L'auteur a recherché les causes de la fragilité des aciers nickel-chrome. Deux séries d'expériences ont été effectuées : A. — Trempe à l'huile à 900° après chauffage de 20 minutes au bain salin ; revenus à 650°, refroidissement entre 650° et 410° en 35 heures ; refroidissement à l'air de 410° à la température ambiante ; second revenu à 650° avec refroidissement à l'air. B. — Une deuxième série d'éprouvettes a subi le même traitement, mais en intervertissant seulement l'ordre des deux revenus, faits après trempe.

Le métal est devenu fragile par le traitement B, mais cette fragilité a disparu par un chauffage à 200°.

L. FRANCHET.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Recherches chimiques et biologiques sur le genre *Mercurialis*, par Paul GILLOT, Docteur ès-sciences, Chef de travaux à la Faculté de Pharmacie de Nancy. In-8° de 184 pages avec figures. Imprimerie Colin, 11, rue des Quatre-Eglises, Nancy.

Cette excellente thèse de Doctorat ès-sciences intéresse à la fois les botanistes, les biochimistes et les industriels qui utilisent les huiles siccatives. Elle comporte en effet une bibliographie très complète des travaux publiés jusqu'ici sur les Mercuriales, l'étude de la germination et du développement de *Mercurialis annua*, *M. perennis* et *M. tomentosa*, l'étude biochimique de ces trois espèces et l'analyse chimique de leurs graines.

Au cours de ses recherches, l'auteur est parvenu à extraire des trois sortes de graines des huiles aussi remarquables au point de vue pratique qu'au point de vue industriel. En effet elles se caractérisent surtout par leur densité (0,934-7) et leur indice de réfraction élevée (1,484 à 1,486), leur indice d'iode supérieur à celui des autres huiles végétales (201-215), et par l'élévation du chiffre des glycérides bromés insolubles dans l'éther (52 à 80 %) ; en un mot elles se distinguent par un ensemble de caractères qui les placent au premier rang des huiles siccatives. Elles paraissent susceptibles de recevoir au moins les mêmes applications industrielles que l'huile de lin.

M. Gillot a remarqué, en outre, que les huiles des trois Mercuriales qu'il a étudiées sont très voisines par leurs propriétés physiques et leur composition ; cette unité chimique est d'autant plus intéressante qu'il s'agit d'espèces ayant une biologie nettement différente. A l'homogénéité des caractères morphologiques des trois

Digitized by Google

espèces correspond donc une homogénéité [illegible] propriétés chimiques de leurs huiles; il est remarqu[illegible] ce soit dans la graine que l'on rencontre les car[illegible]s plus fixes. Parmi les faits importants qui abonde[illegible] la thèse de M. Gillot, le dernier que nous venons [illegible] gnaler n'est certes pas un des moins suggestifs.

A. BERTHELOT.

The chemistry of urea, par E. A. WERNER, Professeur de chimie appliquée à l'Université de Dublin. In-8° de 212 pages (*Monographs on biochemistry*). Longmans Green and Co, éditeurs, 39, Paternoster Row, London E. C. 4. — Prix : 14 shillings.

Ce nouveau volume de l'excellente collection des Monographies de Chimie biologique publiée par les Professeurs Plimmer et Hopkins présente un intérêt considérable pour tous les chimistes quel que soit le point de vue auquel ils se placent. Ils y trouveront, en effet, non seulement le résumé de tout ce qu'on sait sur l'urée au sujet de sa composition, de sa synthèse, de ses propriétés, de son origine et de son mode de formation, mais aussi l'exposé des recherches poursuivies par l'auteur depuis de longues années en vue d'établir que l'urée est une base de formule $HN=C\begin{cases}NH^3\\ |\\ O\end{cases}$ et non la carbamide $O=C\begin{cases}NH^2\\ NH^2\end{cases}$ Cette monographie n'est donc pas un simple compilation, mais une œuvre originale remplie d'idées et de faits nouveaux dont l'importance n'échappera pas, même au lecteur le moins familier avec les questions si bien étudiées par M. E.-A. Werner.

Les vingt-deux dernières pages sont consacrées à l'exposé succinct des méthodes de recherche et de dosage de l'urée, à ses constantes physico-chimiques, et enfin à sa bibliographie, depuis sa découverte par Rouelle, en 1770, jusqu'à 1922. Professeurs et travailleurs des laboratoires trouveront donc à la fois dans cet intéressant ouvrage tous les renseignements théoriques et pratiques utiles à leur enseignement et à leurs recherches.

A. BERTHELOT.

La fabrication des ferro-alliages. Fontes électriques et métaux spéciaux, par M. COUTAGNE, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. In-8° de 650 pages, avec 76 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Après l'effort qu'elle a fait pendant la guerre, pour satisfaire aux besoins sans cesse croissants des armements, gros consommateurs d'alliages de toute sorte, désoxydants ou constituants propres des aciers spéciaux, de fontes, de métaux spéciaux, l'électro-métallurgie a subi, en 1921-1922, comme bien d'autres, le contre-coup de la crise économique actuelle qui l'a d'autant plus touchée que ses capacités de production s'étaient accrues considérablement pendant ces dernières années. Il ne s'agit, espérons-le, que d'un ralentissement passager. Aussi bien, son passé répond de son avenir.

Il est d'usage de présenter l'étude des ferro-alliages, fontes et métaux spéciaux, en considérant successivement tous les métaux et en passant en revue, pour chacun d'eux, ses propriétés, ses composés divers, ses procédés de fabrication et ses applications. L'auteur a adopté pour cet ouvrage un plan différent qui lui a paru plus rationnel, parce que plus didactique, plan groupant les fabrications similaires et les considérations du même ordre : 1° Les matières premières (minerais et électrodes); 2° généralités sur les métaux, carbures et siliciures; 3° procédés de fabrication basés sur l'emploi d'appareils à chauffage non électrique (haut-fourneau, creuset); 4° procédés de fabrication électrothermiques; 5° procédés de fabrication métallothermiques, basés sur l'emploi d'un réducteur autre que le carbone; 6° procédés électrolytiques; 7° applications industrielles. L. FT.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

J.-J. Kieffer. — Faune de France, fasc. 11. Diptères. In-8° de 140 pages avec 83 figures. Lechevallier, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr.

E. Séguy. — Faune de France, fasc. 12. Diptères. In-8° de 105 pages avec 179 fig. Lechevallier, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

Léon Marret. — Les fleurs de la Côte d'Azur. In-16 de 428 pages avec 97 planches coloriées, 450 figures et 15 planches en noir. Lechevallier, éditeur, Paris. — Prix : 40 fr.

Serge Bernstein. — Leçons sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques d'une variable réelle, professées à la Sorbonne. In-8° de 204 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr.

Raoul Bricard. — Leçons de cinématique. Tome I. Cinématique théorique. In-8° de 336 pages avec 117 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 45 fr.

E. Laplanche. — La Médecine de demain, Science de la vie. In-16 de 160 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr.

Jacques Loeb. — Les bases physico-chimiques de la régénération. Trad. de l'anglais par H. Mouton. In-8° de 172 pages avec 115 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Dr Ph. Navarre. — Les consultations journalières. In-16 de 208 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

Emile Boutroux. — Morale et Religion. In-18 de 242 pages. (*Bibliothèque de Philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

Nicolle et A. Boquet. — Éléments de microbiologie et d'immunologie, 2e édition. In-8° de 360 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

F. Micholle. — Traité scientifique et industriel des plantes textiles. Tome I. La Ramie. Culture et succédanés. 2e édition. In-8° de 159 pages avec 19 figures et 1 carte.

Bulletin de l'École Française d'Extrême-Orient. Tome XXV, 1925, nos 1-2 (janvier-juin). In-8° de 290 pages avec fig. et pl. Imprimerie d'Extrême-Orient. Hanoï, 1925. — Prix : 20 francs.

Madagascar. In-4° de 88 pages avec nombreuses gravures. Publié par la Vie technique, industrielle, agricole et coloniale, Paris. — Prix : 8 francs.

L'Afrique occidentale française. In-4° de 131 pages avec nombreuses gravures. Publié par la Vie technique, industrielle, agricole et coloniale, Paris. — Prix : 10 francs.

Emmanuel de Martonne. — Les Grandes régions de la France. Description photographique avec notices géographiques. *Région méditerranéenne.* Album de 61 planches et 3 cartes. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Le Gérant : M. HEDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 4 — 64e ANNÉE — 27 FÉVRIER 1926

LE RAYONNEMENT DES ATOMES DANS LES CHAMPS MAGNÉTIQUES (1)

Quand j'ai eu l'honneur d'être prié de faire une communication à Philadelphie, lors du centenaire du « Franklin Institute », j'ai aussitôt accepté une invitation qui m'était adressée pour une circonstance aussi mémorable. J'ai choisi comme sujet de ma communication : « Le rayonnement des atomes dans les champs magnétiques », chapitre de la physique dont je suis les progrès avec quelque intérêt.

Une ère nouvelle a été inaugurée en spectroscopie, en 1882, grâce à l'invention du réseau concave faite par H. A. Rowland, de l'Université de Jonhs Hopkins (Baltimore). La grande invention de Rowland a permis de mesurer la longueur d'onde des raies spectrales avec une précision cent fois plus grande que celle obtenue par ses prédécesseurs. Le réseau de Rowland a pris place dans les laboratoires de physique du monde entier; la photographie lui permet d'enregistrer les aspects variés des spectres de raies obtenus dans diverses circonstances.

L'œuvre de Rowland a été surpassée, en quelques points, par celle de Michelson. Nous devons à ce dernier le spectroscope à échelon et l'interféromètre. Il est tout à fait remarquable qu'en empilant une série de plaques parfaitement planes, d'égale épaisseur et dont les largeurs vont en décroissant d'une même quantité, on réalise un réseau de pouvoir résolutif très élevé donnant des spectres très brillants. L'éclat des images fournies par le spectroscope à échelon permet de vérifier sur le champ que la plupart des raies spectrales sont accompagnées de raies fines et très faibles, que l'on désigne habituellement sous le nom de raies satellites.

Ce fait et la structure simple de la ligne rouge du cadmium ont été découverts d'abord grâce à une autre grande invention de Michelson : l'interféromètre. Cet instrument est peut-être encore plus simple, comme principe, que le spectroscope à échelon. Un petit nombre de plaques de verre parfaitement planes en constitue aussi l'organe essentiel et semble suffire à effectuer les plus belles découvertes.

Les noms de Rowland et de Michelson sont constamment présents à l'esprit du spectroscopiste.

Nous ne pouvons nous abstenir de signaler la satisfaction qu'éprouvèrent tous les physiciens, en apprenant que Fabry et Perot, en collaboration avec Benoit, avaient obtenu, par leur méthode interférentielle très différente, une valeur de la longueur d'onde de la ligne rouge du cadmium pratiquement identique à celle publiée par Michelson.

Le pouvoir résolutif très élevé du réseau de Rowland a joué un grand rôle dans la découverte de l'effet qu'exerce un champ magnétique sur une source lumineuse.

Entre les pôles d'un électro-aimant plaçons une flamme colorée en rouge par un sel de lithium. Observons la raie rouge du lithium dans

(1) Lecture faite le vendredi 19 septembre 1924, à l'occasion de la célébration du Centenaire de la fondation du « Franklin Institute ». (*Journal of Franklin Institute*, mai 1925).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

une direction perpendiculaire au champ magnétique. Aussitôt que le champ est établi on voit, au lieu d'une raie spectrale, trois raies constituant un triplet (fig. 48).

Si on répète l'expérience en prenant comme source de lumière une étincelle entre électrodes de zinc ou de fer, l'effet est le même, les raies étant plus resserrées (fig. 49). Cette figure est, en fait,

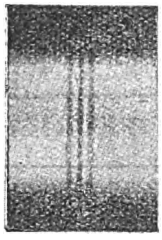


Fig. 48.

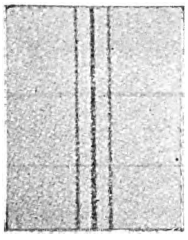


Fig 49.

une de mes premières photographies; elle représente, non une ligne, mais une partie du spectre. Notez les divers degrés de séparation que présentent les constituantes des diverses raies (fig. 50).

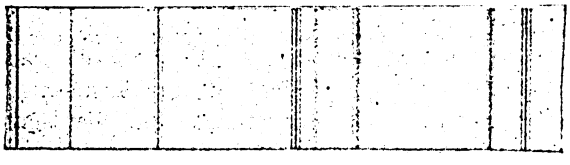


Fig. 50.

La figure suivante montre la polarisation de la ligne spectrale décomposée. Les deux raies jaunes du mercure, distantes l'une de l'autre d'environ trois ou quatre fois l'intervalle qui sépare les deux lignes jaunes du sodium, sont divisées en triplets (fig. 51).

Fig. 51.

Un rhomboèdre de spath donne deux images de la source, l'une constituée par des vibrations horizontales, l'autre par des vibrations verticales ou, plus exactement, une des images est due à des vibrations parallèles à la direction du champ magnétique, l'autre contient les vibrations perpendiculaires au champ. Il est remarquable que la polarisation de la lumière soit complète et que l'effet ne soit pas flou mais très net.

Tels sont les faits principaux. Nous devons maintenant revenir en arrière de plus d'un quart de siècle. Il est très difficile de se représenter l'état de la science à une époque aussi éloignée. Un exposé des plus élégants relatif à la question qui nous occupe a été fait récemment par le Professeur Kamerlingh Onnes. La théorie de Lorentz fut exposée en ce temps-là en deux notes fondamentales. Elle interprétait tous les phénomènes électriques et optiques par la présence et le mouvement de petits corpuscules électrisés, ayant chacun une masse définie et existant dans toute matière pondérable. Le phénomène de l'électrolyse avait rendu l'idée d' « ions » positifs et négatifs familière à tous les physiciens et l'hypothèse que les sources lumineuses renfermaient des particules électrisées en vibration était très séduisante. Quand ces particules électrisées entraient en vibration sous l'influence de forces élastiques, elles étaient susceptibles d'exciter dans l'éther les ondes électromagnétiques qui, d'après la théorie de Maxwell, constituent la lumière.

A cette époque on ne savait rien sur les « électrons ». On n'avait pas encore déterminé le signe de leur charge et le rapport de leur charge à leur masse.

L'influence du champ magnétique sur les lignes spectrales, quand elle fut découverte, consistait en un élargissement des raies d'émission et des raies d'absorption. Circonstance heureuse, la théorie de Lorentz était déjà suffisamment développée pour permettre d'expliquer cet effet, de prédire, sous certaines réserves, la polarisation des bords des lignes et aussi d'observer la division en deux et trois parties des lignes primitives. Vous avez vu sur les figures, avec quel éclat ces prédictions ont été vérifiées.

Dans des communications présentées à l'Académie d'Amsterdam, en mars et octobre 1897, par Kamerlingh Onnes, je pus annoncer que les doublets et triplets prédits par la théorie de Lorentz avaient été constatés expérimentalement, Les dernières observations furent faites sur une des lignes du cadmium et le procédé employé était tout juste suffisant pour rendre l'effet perceptible. Les trois conditions nécessaires pour obtenir une résolution magnétique complète des raies spectrales sont : raies étroites, pouvoir résolutif élevé du spec-

Digitized by Google

troscope et champ magnétique intense. L'histoire du sujet montre combien il est rare que les diverses conditions nécessaires se trouvent réunies. Il est une circonstance heureuse que je n'ai pas encore mentionnée. D'après mes premières expériences, le rapport de la charge à la masse était 10^7 unités C. G. S. et le signe des particules électrisées était aussi connu avec certitude à l'époque où furent publiées les valeurs de $\frac{e}{m}$ déterminées par J.-J. Thomson et Wiechert à la suite de leurs recherches sur les rayons cathodiques. Si ce rapport, pour les particules vibrantes produites dans une flamme, avait été le même que celui des ions hydrogène dans l'électrolyse, je crains que le Prof. Michelson lui-même n'eût pu découvrir le changement de période.

On reconnut aussitôt que le type simple de résolution en triplets n'est pas le seul qu'on rencontre.

C'est ce que l'on constate notamment sur les lignes jaunes du sodium ; elles se séparent respectivement en quatre et six composantes (fig. 52). Au

Fig. 52.

lieu de trois composantes, il apparaît trois groupes de composantes formés d'un nombre variable de lignes constituantes. Je désire vous montrer quelques exemples de ces résolutions complexes.

Voici une raie du calcium 3969 (un quartet) (fig. 53) ; ici se trouve une autre raie du calcium

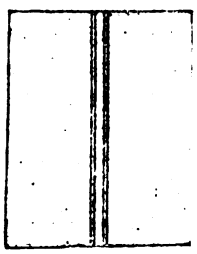


Fig 53.

Fig. 54.

3934 (un sextet) (fig. 54). La suivante (fig. 55) est une raie du zinc montrant un sextet de raies non équidistantes qu'on observe aussi pour la raie 4359 du mercure. Et ici (fig. 56) nous avons la ligne verte 5461 du mercure, qui se divise en un nonet de composantes équidistantes, dont les intensités sont symétriques mais inégales. La beauté de ces résolutions magnétiques est indéniable. On a découvert un certain nombre de

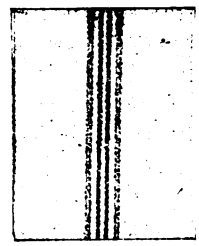


Fig. 55.

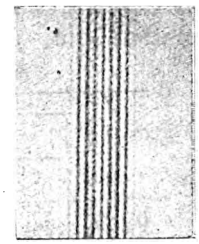


Fig. 56.

faits très importants concernant les résolutions magnétiques des groupes de raies étroitement apparentées et formant des séries spectrales.

Toutes les raies appartenant à une *série* présentent le même type de résolution. Non seulement les schémas ont la même apparence pour les diverses raies mais si on les rapporte à la même échelle, ils sont identiques.

En outre, il existe une règle concernant les séries correspondantes des *différents* éléments. Vous vous rappelez la résolution des deux raies du sodium (elles se divisent en un sextet et un quartet). Des paires de raies, telles que celles du sodium, se présentent aussi dans les spectres du cuivre, de l'argent, de l'aluminium, du thallium, du calcium, du strontium et du baryum. Elles se comportent dans un champ magnétique exactement de la même façon que le doublet du sodium. Les modèles, ramenés à la même échelle, peuvent être superposés. Les triplets observés dans les spectres du mercure, du magnésium, du strontium, du zinc et du cadmium, présentent aussi le même type de résolution.

Ces règles importantes ont été énoncées pour la première fois par Preston et complétées ensuite par Runge et Paschen.

Nous devons à Runge une règle rattachant les résolutions complexes aux résolutions en triplets les plus simples de la théorie de Lorentz.

Dans le schéma (fig. 57), on a représenté les différents types de résolution par le champ magnétique illustrant la règle de Runge. L'hélium donne un triplet normal. Pour le sodium, les composantes sont à des distances en relation simple avec le triplet normal. Au lieu d'une raie particulière d'un élément, nous pourrions prendre, en accord avec la règle de Preston, n'importe quelle ligne de la série à laquelle

Digitized by Google

appartient la raie et même de toute série correspondante d'un élément différent.

Ensuite viennent les raies du mercure qui font partie d'un triplet normal. La raie marquée *f* se divise en un triplet dont les composantes sont séparées par un espace double de la distance normale. Les autres raies présentent des modes de résolution qui, apparemment, sont reliées

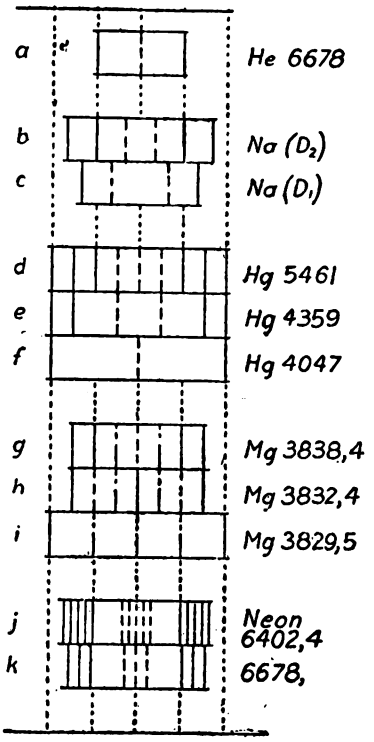


Fig. 57.

très simplement à l'effet normal. C'est un fait remarquable qu'il y ait toujours trois groupes de raies correspondant chacun aux trois composantes de la théorie de Lorentz. Que signifie le renseignement fourni par ces résolutions complexes ?

La théorie simple de Lorentz ne peut expliquer cette décomposition complexe, ni sa relation avec la série. Examinons maintenant avec confiance le modèle de l'atome qui est dû principalement aux recherches fondamentales de Rutherford et à la théorie des spectres de Bohr. Il est hors de doute que les applications de la théorie des quanta, étudiée par Sommerfeld et Debye, récemment complétée par Bohr grâce à l'application du principe de correspondance, ne soit pleine de promesses pour la compréhension du phénomène magnéto-optique.

Suivant la théorie de Rutherford-Bohr, l'atome comprend un noyau central très petit, entouré d'un essaim d'électrons qui se meuvent très rapidement sur des orbites définis, dont la position et le caractère sont déterminés par certaines relations de la théorie des quanta et par certains nombres quantiques, en général des nombres entiers peu élevés. Le spectre de raies est émis si l'électron passe d'une orbite stable possédant une certaine énergie à une deuxième orbite d'énergie moindre. La résolution magnétique du spectre de lignes est due à la résolution des orbites stables en plusieurs autres correspondant à différents niveaux d'énergie, que l'électron de la série peut occuper pendant les divers stades d'excitation de l'atome.

L'idée fondamentale de la théorie de Bohr, que chaque ligne spectrale est due au déplacement de l'électron entre deux états stables, ou, en d'autres termes, que la fréquence peut être calculée comme la différence de deux termes, a été confirmée avec éclat par le dédoublement magnétique des raies spectrales.

Guidé par la théorie des quanta, Lande a donné récemment un schéma admirable qui semble comprendre tous les dédoublements magnétiques dans une formule simple.

Ce schéma permet de retrouver quantitativement la résolution magnétique de toutes les séries de raies, non seulement pour les doublets (par exemple celui du sodium) ou les triplets (par exemple celui du mercure) mais aussi pour les spectres compliqués composés de quintet (chrome) et de sextet (manganèse).

L'étude de tous ces effets nous permet d'examiner en détail la nature des processus intra-atomiques sous l'action des forces magnétiques. La théorie des quanta montre, dans ce cas, que l'atome ne peut prendre qu'un petit nombre d'orientations dans un champ magnétique.

Le changement continu qu'éprouve la résolution des lignes quand on augmente le champ magnétique, découvert par Paschen et Back, montre combien le champ magnétique influe profondément sur l'édifice atomique.

La règle de Preston se trouve complètement en défaut dans ces cas. D'après cette règle, nous devrions nous attendre à ce que le doublet naturel du sodium 2853 présentât une superposition des configurations relatives aux raies D_1 et D_2, mais, dans les champs puissants, on observe un triplet presque normal.

Le plus beau résultat du dernier travail de magnéto-optique du Prof. Vogt a été un exposé théorique de la façon dont se comportent les doublets du sodium dans des champs croissants.

Les propriétés des éléments varient avec le numéro atomique de la façon décrite dans le

Digitized by Google

système périodique. Nous pouvons nous attendre à ce que les résolutions magnétiques ne soient pas identiques, à mesure que croissent les numéros atomiques, mais qu'ils deviennent plus complexes. Les résolutions magnétiques peuvent se présenter sous forme de triplets peu nets qui cependant finissent par se transformer en groupes complexes. L'analyse de ces groupes est un sujet de grande importance pour les expérimentateurs.

Le docteur Back, de Tubingen, a fait récemment de beaux travaux sur ce sujet, comme le prouve son analyse expérimentale des spectres du béryllium et du manganèse. Dans votre pays, beaucoup de physiciens ont fait des travaux fructueux sur l'analyse magnétique des spectres de raies; parmi eux je dois citer en première ligne King et Babcock. Parmi les chercheurs plus jeunes, de qui le travail de Lande est vraisemblablement bien connu, on peut citer Meggers, Kiess et Knudsen, Kiess et Walters.

J'ai déjà fait ressortir, dans mon livre sur « L'optique magnétique » (Macmillan, 1913), la nécessité d'associer un pouvoir de résolution élevé, un champ magnétique intense et des raies étroites, mais cette nécessité n'est encore jamais apparue avec autant de force que de nos jours où l'analyse spectrale présente un nouvel intérêt. Voici trois photographies des raies du zinc, prises dans mon laboratoire et faites avec un éclateur vide d'air d'un modèle quelque peu différent de celui du Docteur Back. Cette méthode, inaugurée par Fabry et Perot, a été récemment développée et améliorée par le Docteur Back. Les composantes sont très fines, surtout aux extrémités du groupe. Nous pouvons améliorer quelque peu cette photographie en recouvrant une petite portion de notre réseau de Rowland qui a été mal tracé. La fig. 58 représente le nonet du zinc avec le dispositif ainsi amélioré.

Maintenant que nous voilà préparés à de nouveaux progrès, je puis vous montrer quelques autres photographies prises à Amsterdam. La première représente une raie du chrome (4290) avec 15 composantes (fig. 59). La suivante est une raie du chrome (4254), résolue par le champ magnétique en au moins vingt et une composantes (fig. 60). Afin de vous éviter la peine de les compter, j'ai fait, à l'aide d'un photomètre thermo-électrique, un photogramme montrant la distribution de l'intensité dans la raie ainsi résolue (fig. 61). Il y a réellement vingt et une composantes. Une nouvelle caractéristique de ce photogramme consiste en un système de fines

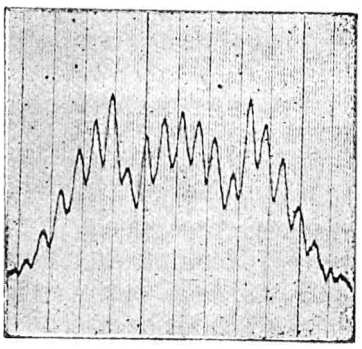


Fig 61.

raies verticales. L'intervalle spectral envisagé est seulement d'environ une unité Angstrôm, c'est-à-dire un sixième de la distance qui sépare les deux raies jaunes du sodium.

Notre dernier photogramme représentant l'intensité photographique des différentes composantes des raies résolues magnétiquement m'amène à vous dire quelques mots de l'importance que présentent les mesures précises d'intensité des raies spectrales. De telles mesures sont aussi importantes que les déterminations des longueurs d'onde. Le rapport des intensités des raies multiples fournit des données très précieuses pour la théorie quantique du modèle atomique.

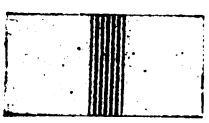


Fig. 58.

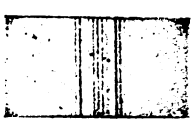


Fig 59.

Fig. 60.

Les mesures du Docteur Ornstein et de ses collaborateurs au Laboratoire d'Utrech ont révélé une relation simple entre les intensités des multiplets et les nombres définissant le spectre. On peut tout aussi bien appliquer cette relation aux composantes magnétiques.

Dans l'étude du spectre extrêmement complexe du fer, entreprise due à la coopération de physiciens de divers pays, le travail de Babcock et King sur la résolution magnétique des raies du fer est une des méthodes à laquelle a été dû le succès définitif.

Un des spectres qui mérite d'être étudié avec quelque soin est le spectre du scandium. Cet

Digitized by Google

élément appartient aux terres rares et, suivant Bohr, il est le premier d'un groupe d'éléments où les conditions de liaison entre électrons soient essentiellement différentes de celles qui existent dans les périodes précédentes du système périodique. Le spectre du scandium a été récemment étudié dans le champ magnétique, pour la première fois je pense au laboratoire d'Amsterdam. M. Goudsmit et moi-même avons été amenés à la conclusion que les résolutions prédites par la règle de Lande et celles observées expérimentalement sont en bon accord dans la plupart des cas mais non dans tous.

Il reste un immense travail à accomplir. Puissent les magnifiques ressources offertes par la « Bartol Research foundation » être utilisées à la solution des problèmes que nous examinons.

J'arrive maintenant à la fin de ma communication, mais il est un point que je ne puis m'empêcher de signaler alors que j'ai le plaisir de

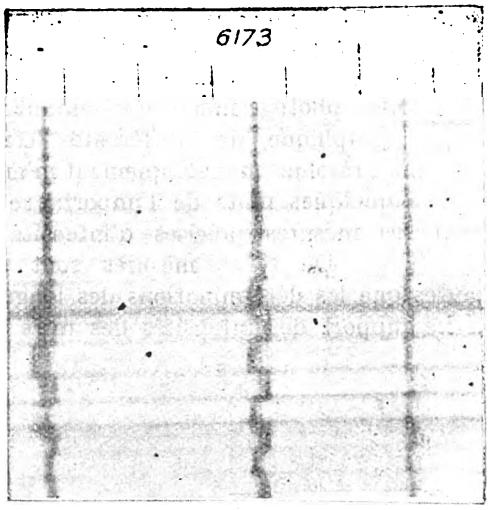


Fig. 62.

faire une conférence en Amérique. Je veux faire allusion à la splendide découverte faite, en 1908, par le Docteur George Ellery Hale. Le Docteur Hale a pu montrer que l'unique signe caractéristique de l'action d'un champ magnétique sur un spectre de raies se retrouve dans la lumière émise par les taches solaires et prouver, après de nombreuses recherches, qu'il existe un champ magnétique dans toutes les taches examinées.

Dans la fig. 62, que je dois au Docteur Hale, on voit le triplet du fer 6173, photographié dans une tache solaire avec le spectrographe de 75 pieds du télescope de 150 pieds, dans le spectre de second ordre.

Au moyen d'un dispositif de polarisation spécial, les composantes, polarisées circulairement en sens inverses, des lignes spectrales dans un champ magnétique, peuvent être éteintes alternativement. La composante centrale est présente parce qu'on n'observe pas exactement dans la direction des lignes de force.

La découverte de champs magnétiques dans les taches solaires fut complétée, en 1912, par une nouvelle découverte relative au champ magnétique général du Soleil, suivie de la découverte par le Docteur Hale et par ses collaborateurs, de la loi extraordinaire des orages solaires.

Je suppose que la plupart d'entre vous sont très familiarisés avec ces merveilleux travaux, mais j'ai considéré comme un devoir et un plaisir de les mentionner ici.

P. Zeeman,
Professeur à l'Université d'Amsterdam.

Traduit de l'anglais par A. Boutaric, professeur à l'Université de Dijon.

LA MARINE DE GUERRE

LA POLITIQUE NAVALE

La marine de guerre a pour but principal d'assurer, en temps de guerre, la liberté des communications de la France par mer. Ces communications nous sont indispensables, puisque nos soldats coloniaux indigènes doivent contribuer, pour une part très importante, à la défense de notre sol et suppléer en partie à notre faible natalité.

La marine de guerre doit aussi protéger les propriétés maritimes de la France (littoral de la métropole et des colonies, marine marchande, pêcheries, etc.).

A ces buts défensifs s'ajoutent naturellement des buts offensifs parallèles, qui consistent à interrompre les communications maritimes de l'adversaire et à détruire ses propriétés maritimes (1).

Les grandes nations maritimes étrangères défi-

(1) On peut se demander si les buts ainsi assignés à la marine de guerre ne sont pas trop particularistes. Le but général de la guerre est de détruire les forces organisées de l'ennemi On peut concevoir que cette destruction des forces maritimes organisées de l'ennemi puisse s'obtenir sans le concours de la marine, par exemple par une conquête purement terrestre des bases navales de l'ennemi (bases indispensables à la vie de sa marine), ou par la destruction de ces bases par des moyens aériens. C'est un argument que mettent en avant ceux qui préconisent sinon la suppression totale, mais la réduction considérable de notre marine de guerre, au profit de notre aviation.

Digitized by Google

nissent de la même façon leur politique navale. En 1924, l'Amirauté Britannique a fixé comme suit les tâches assignées à la marine de guerre anglaise :

1° Maintenir libres les communications impériales, et interdire celles de l'ennemi ;

2° Assurer le libre transport des forces militaires de l'Empire et interdire celui des forces militaires de l'ennemi.

Aux États-Unis, M. Denby, ministre de la marine, s'exprimait ainsi en 1922 : « Le principe suivant est adopté comme base de la politique navale des États-Unis : la Marine de guerre doit être maintenue à une force suffisante pour soutenir leur politique et leur commerce et pour protéger leurs possessions du continent et d'outre-mer » ou encore :

« Puisque nous avons pour but d'accroître notre marine marchande sans entraves, jusqu'à la limite autorisée par nos intérêts nationaux et nos ressources, nous devons également donner à notre marine de guerre une force suffisante pour lui permettre de soutenir et protéger notre commerce sur mer, assurer une protection efficace de nos longues côtes continentales et de nos possessions insulaires. La guerre récente a démontré que, sans une marine de guerre capable de la protéger, une marine marchande peut, à la volonté d'une ou plusieurs nations fortes, disparaître des mers. Dans ces conditions, il devient nécessaire d'étudier la force probable des flottes des principales puissances navales et d'établir notre politique navale de façon à fournir les moyens de maintenir en action notre propre commerce, ou, en d'autres termes, de garantir en tous temps à nos navires marchands le libre usage des mers. »

L'Amiral Daveluy a fort bien résumé les conditions de la guerre navale :

« La mer est avant tout une voie de communication. Elle sert de trait d'union entre la métropole et les colonies ; elle relie entre eux les divers continents. Celui des belligérants qui conserve ses communications maritimes a la facilité d'assurer ses transactions commerciales, d'acheter aux pays neutres les denrées et les matières nécessaires pour alimenter et approvisionner ses armées ; il a aussi le pouvoir de transporter des troupes pour attaquer les colonies ennemies et envoyer des secours aux alliés, dont il est séparé par la mer. Au contraire, perdre ses communications maritimes, c'est être isolé d'une partie du monde et se trouver dans l'impossibilité de défendre ses colonies.

« Le principal but de toute guerre maritime consiste donc à conserver pour soi la liberté des voies de communication et à l'enlever à l'ennemi. Le reste compte peu ou compte moins. Les expressions : *maîtrise de la mer, commandement de la mer, empire de la mer*, que l'on rencontre si souvent dans les ouvrages maritimes, n'ont pas d'autre signification que celle-ci : rester seul à disposer des routes maritimes.

« Pour réaliser cet objectif, il n'y a pas d'autre moyen que d'occuper la mer avec des vaisseaux pour en chasser l'ennemi. Si celui-ci prétend conserver des transactions maritimes, il fera sortir ses bâtiments pour disputer le terrain ; il y aura bataille. Mais si l'un des deux partis a une telle infériorité qu'il ne veuille pas risquer ses escadres dans des rencontres inégales, il conservera ses navires de combat dans les ports et se bornera à faire la guerre de partisans, pour inquiéter les voies maritimes dont il ne peut se servir lui-même. Il n'y aura pas alors de bataille rangée ; la guerre ne donnera lieu qu'à des rencontres partielles ».

« Le moyen qui conduira le plus rapidement à l'accomplissement des différentes tâches de la flotte, disait le 1er mai 1923 M. Amery, alors Premier Lord de l'Amirauté Britannique, sera la recherche et la destruction des principales forces de l'ennemi. Cette stratégie a été exposée, il y a plus de 20 ans, dans les termes suivants par Lord Selborne : « Les mers ne forment qu'un seul tout et notre politique doit consister à rechercher les navires de l'ennemi et à les détruire où qu'ils se trouvent. En quelque région de quelque mer que ce soit, où ces navires seront trouvés et détruits, l'Empire tout entier, et du même coup ses territoires, son commerce et ses intérêts auront été sauvegardés. »

Cette conception grandiose du rôle de la marine suffit évidemment à tout. Mais on peut avoir simplement pour but la maîtrise de la mer dans une région limitée et espérer, dans cette région limitée, avec des moyens pourtant inférieurs à ceux des grandes nations maritimes, assurer la liberté de ses propres communications. C'est ce que les Allemands ont réussi à faire, pendant la dernière guerre, dans les mers en bordure de leur littoral : malgré l'énorme infériorité de la marine allemande vis-à-vis des marines alliées, les côtes de l'Allemagne sont restées inviolées. De même, il n'est sans doute pas indispensable pour la France d'avoir une marine comparable à celle des grandes puissances maritimes pour conserver ses communications avec les îles voisines de son littoral, avec la Corse et peut-être même avec l'Afrique du Nord. C'est sous cette forme restreinte et raisonnable que nous entendons en France la maîtrise de la mer.

Chaque nation maritime essaie naturellement d'avoir des navires plus forts que les navires ennemis. Le type du navire de combat évolue donc continuellement suivant les progrès de l'armement, de la navigation, etc. Ces navires, gros ou petits,

Digitized by Google

sont très complexes. Pour les construire, il faut non seulement des années, mais aussi un personnel spécialisé de longue date dans les constructions navales. L'instruction et l'entraînement nécessaires au maniement de ces étonnants ensembles de mécanismes que sont les bâtiments de guerre modernes, ne peuvent s'acquérir qu'en de nombreuses années. Une nation ne peut donc pas compter sur l'enthousiasme et le patriotisme de ses citoyens pour s'improviser une marine, même si cette marine ne doit comporter que quelques navires. Il faut les construire et les entraîner dès le temps de paix, pour que, le moment voulu, ils soient aptes à leur tâche. C'est là évidemment un lourd fardeau budgétaire pour les nations maritimes.

Différentes armes employées sur mer.

Pour accomplir leur mission offensive et défensive, qui consiste essentiellement à détruire les navires de guerre ennemis, les navires de guerre sont munis d'armes spéciales, dont les principales sont actuellement de trois sortes : le canon, la torpille, la mine.

Canons. — Les canons en service sur les bâtiments de guerre français sont de divers calibres (1), depuis le 340 millimètres, qui tire un obus de 560 kilogrammes, à l'aide d'une charge de poudre de 140 kilogrammes environ, jusqu'aux petits canons de 47, qui lancent un obus pesant un kilogramme et demi.

Les vitesses des projectiles à la sortie des gros canons sont de l'ordre de 850 à 900 mètres par seconde. Ces projectiles peuvent percer, à 6.000 m. de distance, une cuirasse d'acier de plus de 350 millimètres d'épaisseur. Ils sont chargés d'une quinzaine de kilogrammes d'explosif puissant, la mélinite, qu'un dispositif spécial ne fait exploser que lorsque la cuirasse a été traversée. Ils causent alors des dégâts considérables à l'intérieur des navires.

Les grandes vitesses initiales, qui nécessitent, comme nous l'avons dit, une charge de poudre d'un poids supérieur à 100 kilogrammes, ont le grand inconvénient de mettre très rapidement hors d'usage les canons. Un canon de gros calibre ne peut pas tirer plus de quelques centaines de coups sans être hors de service.

La portée pratique d'un canon de marine, à condition bien entendu que les installations de son affût lui permettent un pointage en hauteur convenable, est de l'ordre, en kilomètres, de son calibre en centimètres, c'est-à-dire qu'un canon de 340 millimètres peut avoir une portée pratique de 34 kilomètres environ, un canon de 150 millimètres une portée pratique de 15 kilomètres, etc.

Les vitesses de tir avec un personnel exercé peuvent être considérables. Les canons de gros calibre peuvent tirer deux coups par minute;

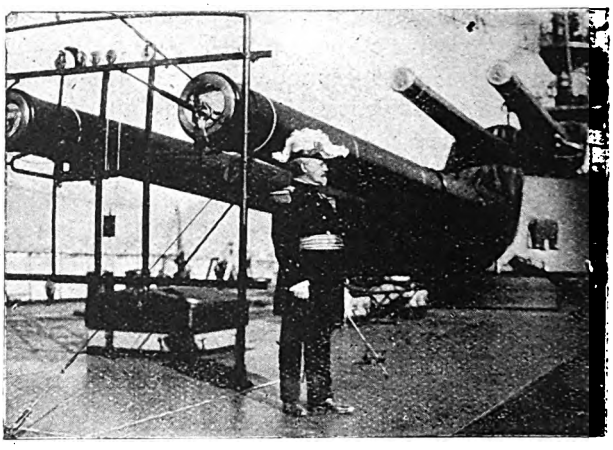


Fig. 63. — Les deux tourelles arrière de 340 du Cuirassé *Bretagne*.

les canons de moyen calibre tirent 5 coups par minute.

L'approvisionnement des navires en projectiles est d'une centaine par pièce de gros calibre, de 300 environ par pièce de moyen calibre. Si toutes les pièces d'un navire tiraient en même temps et sans arrêt, la durée totale du combat ne pourrait donc pas dépasser une heure.

Les canons de gros calibre sont installés généralement par paires dans des *tourelles* cuirassées *(tourelles doubles)* : les canons reposent sur une plate-forme tournante, surmontée d'une coupole blindée, dans laquelle sont seulement ménagées les ouvertures nécessaires pour rectifier le pointage des canons. A l'intérieur de ces tourelles se trouvent des appareils fort compliqués, presque tous automatiques, tant pour la manœuvre de la tourelle proprement dite que pour la manœuvre et le chargement des canons, sans parler des transmetteurs d'ordre, appareils de visée, etc. Le poids d'une tourelle double moderne est d'environ 400 à 500 tonnes. On a réalisé, ou mis à l'étude, dans les marines étrangères, des tourelles triples ou des tourelles quadruples, c'est-à-dire comportant chacune 3 et 4 canons.

Le calibre de 340 millimètres a été dépassé en Angleterre, aux États-Unis et au Japon, où des canons de 381 millimètres et même de 406 millimètres sont en service. Le poids des obus de 381 mil-

(1) On sait que le calibre est le diamètre intérieur du canon, généralement exprimé en millimètres.

Digitized by Google

limètres est de 880 kilogrammes, celui des obus de 406 atteint 950 kilogrammes.

Aux termes des accords de Washington dont nous aurons à parler plus loin (février 1922), les États-Unis, la France, la Grande-Bretagne, l'Italie et le Japon ont décidé de ne pas dépasser pour les canons de leurs navires de guerre le calibre de 406 millimètres.

Les bombes aériennes. — Les bombes lancées par des avions constituent aujourd'hui pour les navires un danger aussi grand que le tir au canon. Les dernières bombes expérimentées aux États-Unis pèsent 1.900 kilogrammes, dont 900 d'explosif. Elles sont dangereuses, non seulement lorsqu'elles touchent le navire, mais même si elles explosent dans l'eau à proximité de sa coque. Des bombardements par avions, exécutés aux États-Unis, ont fait couler de vieux cuirassés avec une rapidité impressionnante.

Torpille. — La *torpille*, dite *automobile*, est un véritable petit bateau sous-marin, portant une charge d'explosif considérable. Elle navigue à une vitesse très grande et à une immersion donnée, en suivant une trajectoire en profondeur horizontale et rectiligne, et elle explose au choc contre les œuvres vives, c'est-à-dire contre la partie immergée d'un bâtiment ennemi. Sa longue coque d'acier, affectant la forme d'un cigare, contient une machine à air comprimé, et un réservoir d'air qui l'alimente. La machine, mise en marche automatiquement, au moment du lancement, fait tourner les hélices placées à l'arrière et donne à la torpille une vitesse variant de 30 à 40 nœuds. Un gouvernail horizontal et un gouvernail vertical, mus par des rouages internes, assurent l'immersion à la profondeur voulue, et maintiennent la direction imprimée au lancement.

La torpille est généralement lancée au moyen d'un *tube lance-torpilles*, dans lequel elle est chargée comme un projectile dans un canon. On n'a besoin que d'une très faible charge de poudre, destinée simplement à chasser la torpille du tube. Aussitôt la torpille sortie du tube, la machine se met en marche, et l'engin se meut ensuite dans l'eau par ses propres moyens. Le cône, qui forme la partie avant de la torpille, est rempli d'une charge de coton-poudre d'une centaine de kilogrammes. Un amorçage fait éclater cette charge, quand la torpille heurte un obstacle.

La portée moyenne, à laquelle on peut lancer la torpille avec beaucoup de chances de toucher le but est de 600 à 1.000 mètres. De jour, il n'y a que les sous-marins qui peuvent s'approcher assez près de l'ennemi pour utiliser les torpilles dans de bonnes conditions. De nuit, des petits bâtiments très rapides, comme les *torpilleurs*, peuvent essayer des attaques, avec beaucoup de risques pour peu de chances de réussite.

Les torpilles automobiles se désignent par leur diamètre en millimètres. Les torpilles françaises actuelles sont pour la plupart des torpilles de 450 millimètres. Les derniers modèles ont une vitesse maxima de 34 nœuds et une portée de 8.000 mètres à 30 nœuds. Les progrès de l'armement permettront d'augmenter beaucoup les portées, qui dépassent déjà dans les torpilles anglaises 18.000 m. à une vitesse moyenne de 21 nœuds. D'après les journaux maritimes italiens, une torpille de 533 millimètres serait actuellement en essais en Italie : sa vitesse atteindrait 53 nœuds au régime forcé, 48 nœuds avec une portée de 3.000 mètres, et 27 nœuds avec une portée de 15.000 mètres.

Le poids de la charge explosive sur les derniers modèles atteint 200 et même 300 kilogrammes.

Signalons enfin que la télémécanique, qui a fait des progrès si rapides pendant ces dernières années, commence à s'exercer dans le domaine des torpilles automobiles. Déjà ont paru divers essais de torpilles dirigées par fils conducteurs dévidés derrière elles. Pendant la guerre, un canot automatique dirigé par des fils de plusieurs kilomètres de long, d'après les indications fournies par un avion, est venu torpiller un bâtiment de guerre anglais sur la côte belge. La conduite par ondes hertziennes est parfaitement possible aujourd'hui. L'emploi toujours plus développé des avions paraît devoir ouvrir à ce genre d'appareils un avenir sérieux.

Enfin la torpille automobile peut être lancée aussi par des avions spéciaux, appelés *avions torpilleurs*.

Mines. — Les *mines sous-marines* sont des engins flottant entre deux eaux, à une hauteur du fond telle que les navires importants doivent les heurter. Sous ce choc, un système mécanique se déclanche et provoque l'inflammation d'une charge d'explosifs, qui éclate au contact même de la coque en produisant de terribles ravages.

Le nombre des mines à employer pour rendre un barrage efficace doit être considérable. Pour ne citer qu'un chiffre, afin de barrer aux sous-marins allemands les routes d'accès de la Manche et de l'Atlantique, il ne fallait pas moins de 400.000 mines (à 10.000 francs la mine, ce barrage revenait donc à 4 milliards, sans parler des bâtiments employés au mouillage des mines et à la surveillance du barrage).

Les mines sont généralement fixées sur le fond par un crapaud et un orin, dont la longueur est réglée automatiquement. Lorsqu'elles ne sont pas fixées sur le fond, on les appelle *mines dérivantes*,

•••

Digitized by Google

très peu employées, car, dès qu'elles sont mouillées, elles deviennent dangereuses pour les amis aussi bien que pour les ennemis.

Grenades. — Pendant la guerre, une arme qui a paru très efficace contre les sous-marins fut la grenade, simple bombe contenant une centaine de kilogrammes d'explosifs, jetée à l'eau à bras ou par une glissière, ou encore par un mortier ; cette bombe s'immergeait progressivement et éclatait après un certain temps ou à une certaine profondeur. L'attaque d'un but immergé, que le plus souvent on ne voit pas, contient évidemment une part d'incertitude énorme, et l'on ne peut avoir quelques chances de toucher le but qu'en jetant à la mer des grenades en très grand nombre là où des indices de la présence d'un sous-marin se sont manifestées.

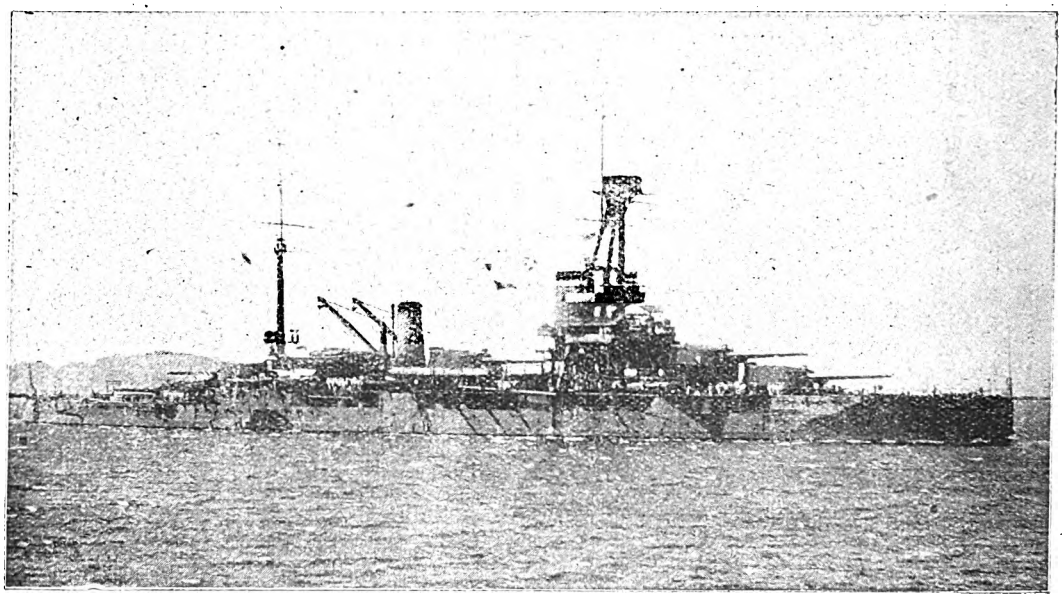


Fig. 64. — Le Cuirassé *Provence*.

Les Cuirassés

L'organe essentiel de la flotte de combat, le *navire de ligne*, a été, jusqu'à ce jour, le cuirassé (*capital ship*, comme disent les Anglais), dont les qualités offensives sont poussées à l'extrême. Avant tout, il est fait pour porter des armes, canons surtout, torpilles accessoirement, dans leurs meilleures conditions d'emploi. Il se protège ensuite du mieux qu'il peut par des cuirasses de métal et des ponts blindés.

En application des enseignements de la guerre russo-japonaise, qui démontra l'importance du combat d'artillerie à grande distance, l'Angleterre réalisa un cuirassé nouveau, le *Dreadnought* (entré en service en 1906), dont le nom caractérisa le type de navire de combat adopté presque immédiatement par toutes les marines. Ce type, qui avait un déplacement de 18.500 tonnes et une vitesse de 21 nœuds, était armé d'un grand nombre de pièces de gros calibre (10 pièces de 305 millimètres en tourelles cuirassées), constituant l'artillerie principale destinée à l'attaque des grands bâtiments et de pièces de calibre plus faible (24 pièces de 76 millimètres) destinées à défendre le cuirassé lui-même contre les bâtiments lance-torpilles.

Le dreadnought, constamment amélioré et renforcé, avait conduit, avant la dernière guerre, aux *superdreadnoughts* des grandes marines, dont nous donnerons plus loin les caractéristiques principales.

Le cuirassé se défend contre les obus par des cuirasses de métal et des ponts blindés. La cuirasse comprend une ceinture qui entoure le bâtiment à la flottaison et qui s'étend généralement de 2 m. 50 sous l'eau à 2 m. 50 au-dessus. La partie centrale de cette ceinture, qui protège les parties vitales du navire, a une épaisseur de 300 millimètres environ ; les parties extrêmes, destinées à protéger l'avant et le gouvernail ont une épaisseur plus faible. Cette ceinture est généralement surmontée d'une cuirasse moins épaisse pour protéger les pièces d'artillerie moyenne. En outre la base des grosses tourelles, le blockhauss (poste de commandement sur la passerelle) et parfois la base des cheminées sont protégées aussi par des cuirasses très épaisses. Les ponts blindés, au nombre de 2 ou 3, ont une épaisseur de 50 à 70 millimètres.

Digitized by Google

Contre les torpilles et les mines qui explosent au-dessous de la flottaison, dans des parties de la coque non protégées par des cuirasses, le cuirassé se défend par un compartimentage, destiné à limiter les avaries causées par l'explosion (1). Mais le problème de la protection contre les explosions sous-marines n'est pas aisé à résoudre. La solution anglaise consiste à faire exploser la torpille à une certaine distance de la coque, en disposant extérieurement à celle-ci un soufflage en tôlerie, qu'on appelle *bulge*. Ce soufflage a quatre mètres de large environ et est divisé en deux par une cloison longitudinale. Le compartiment extrême est rempli de tubes d'acier, dont le rôle est d'absorber l'énergie de l'onde explosive ; le compartiment interne est rempli d'eau. L'onde explosive rencontre donc, du navire est donc reportée à 5 ou 6 mètres de la coque et, par suite, du point d'explosion. L'onde explosive rencontre, avant d'y parvenir, la double coque, une couche de mazout de 3 mètres et une tôlerie de cloisons ou de membrures extrêmement fortes, pouvant absorber une énergie importante.

De l'avis des techniciens les plus autorisés, ces deux solutions ne résolvent, ni l'une ni l'autre, d'une façon complète le problème de la protection sous-marine. Aussi le cuirassé est-il forcé de se défendre contre les torpilles et les mines par des navires auxiliaires (torpilleurs et dragueurs) : il ne peut donc pas agir tout seul, et il lui faut tout un cortège d'autres navires pour que sa propre action puisse devenir efficace.

Le souci de donner au cuirassé les meilleures

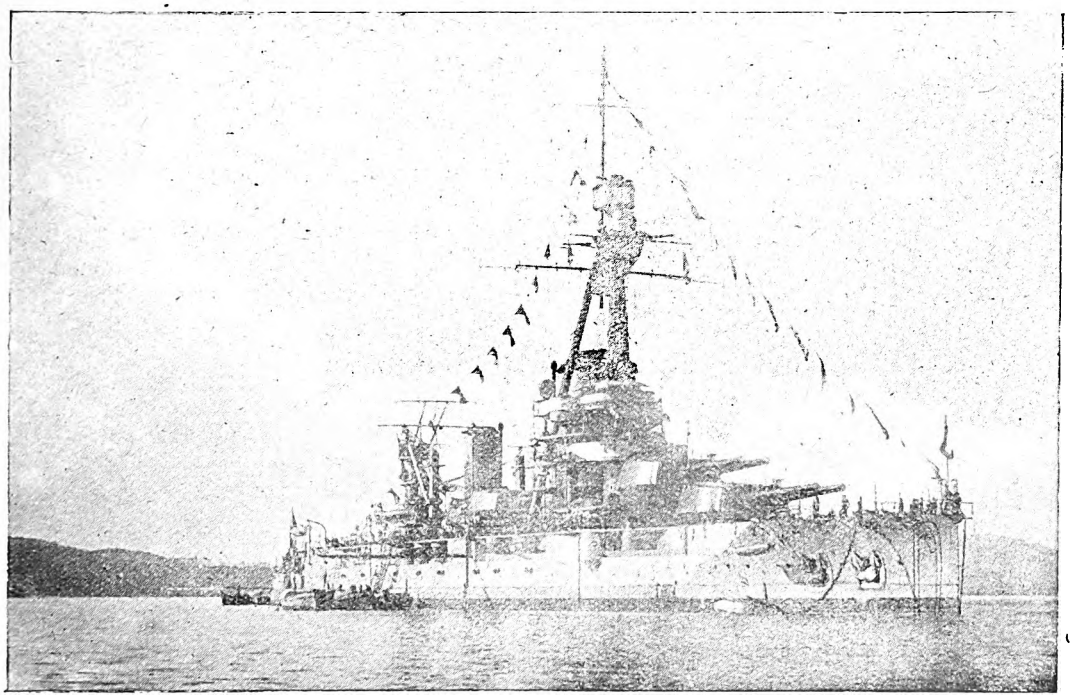


Fig. 65. — Le Cuirassé français *Bretagne* vu de l'avant.

avant d'atteindre la coque, deux parois très solides, une couche de tubes métalliques et une masse d'eau.

Sur les cuirassés américains l'explosion se produit au contact de la coque elle-même. Mais en arrière de celle-ci sont placées trois robustes cloisons, réunies entre elles par une membrure verticale extrêmement solide. La limite des parties vitales

qualités offensives a fait pousser au maximum le nombre et la puissance de ses canons ; et pour le douer d'une vitesse au moins égale à celle des cuirassés ennemis et d'une protection lui permettant de résister aux avaries de combat, on a dû augmenter de plus en plus son tonnage. Au début de la guerre dans toutes les marines, les cuirassés les plus récents avaient un déplacement de 25.000 à 30.000 tonnes. Des cuirassés de 45.000 et de 50.000 tonnes étaient en projet après la guerre en Grande-Bretagne, aux États-Unis et au Japon, lorsque le traité de Washington (février 1922) a limité le tonnage maximum des cuirassés à 35.000 tonnes. Aux termes de ce traité, les parties contrac-

(1) Contre les torpilles automobiles, on a employé aussi des filets métalliques destinés à arrêter la torpille et à la faire exploser à quelques mètres des parties vitales des bâtiments. Mais les torpilles coupent facilement ces filets. D'autre part, des dispositifs spéciaux, appelés *paravanes*, portés par les navires eux-mêmes, arrivent à écarter les mines sous-marines de la coque.

Digitized by Google

tantes : États-Unis, France, Grande-Bretagne, Italie, Japon ont décidé de limiter leur tonnage global en navires de ligne à 525.000 tonneaux pour les adversaires de plus en plus redoutables, capables de l'attaquer non seulement à l'aide de bombes très puissantes, mais aussi à l'aide de torpilles.

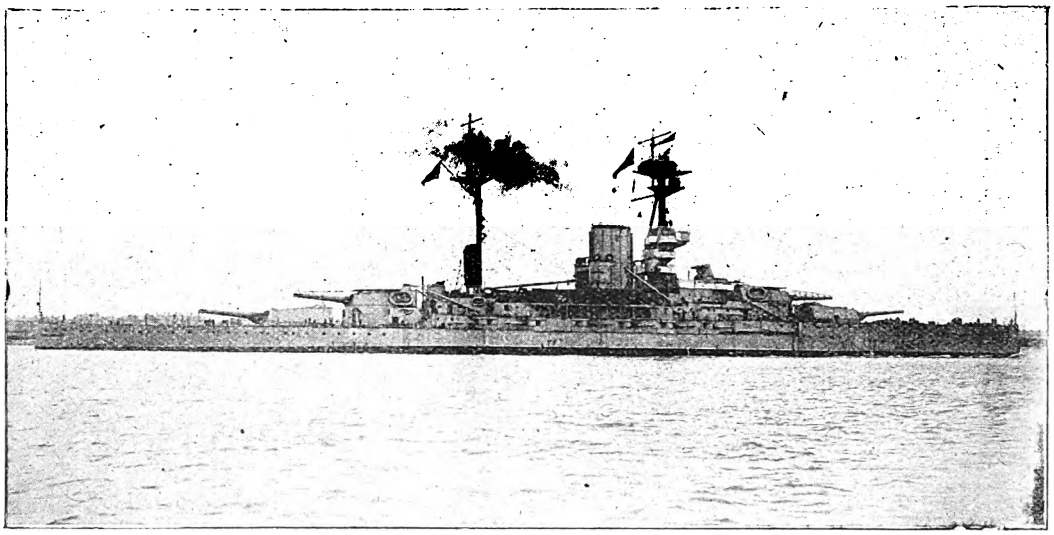


Fig. 66. — Le Cuirassé *Royal Sovereign* (Grande-Bretagne) lancé en 1915.

États-Unis et la Grande-Bretagne, 315.000 tonnes pour le Japon, 175.000 tonnes pour la France et l'Italie.

Pour ces raisons, et pour d'autres d'ordre budgétaire (un cuirassé coûte actuellement plusieurs centaines de millions de francs, et est considéré

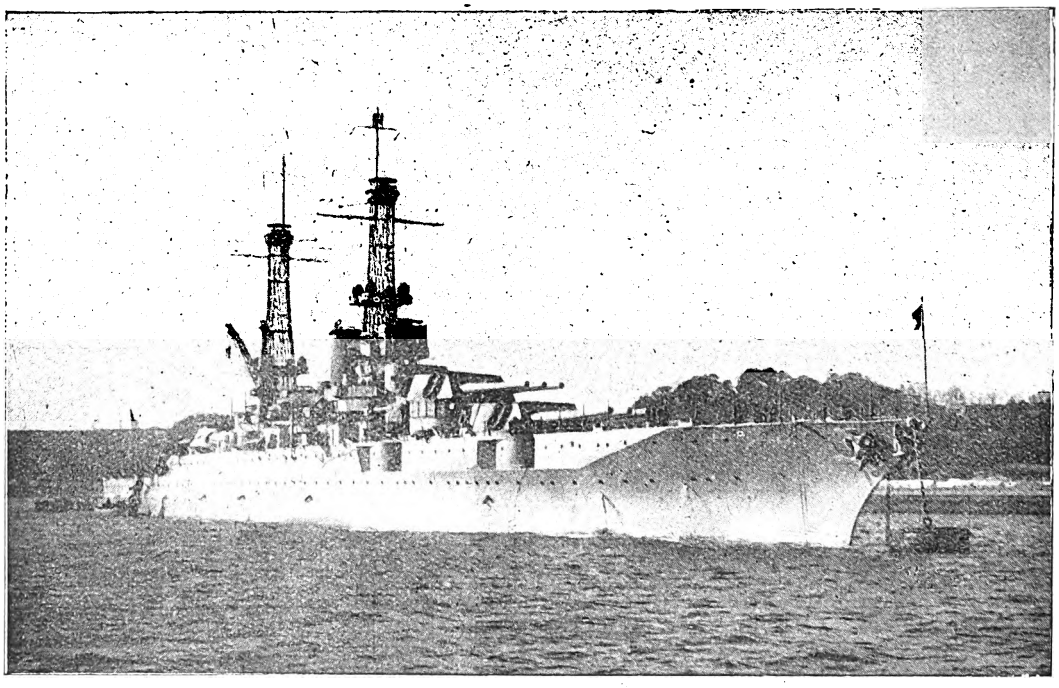


Fig. 67. — Le cuirassé *New-Mexico* (États-Unis) lancé en 1917.

Le cuirassé est actuellement très discuté, car il n'est pas protégé suffisamment contre la torpille. D'autre part, les avions sont devenus pour lui des

comme démodé au bout d'une quinzaine d'années), la France a abandonné, pour le moment, la construction de cuirassés nouveaux. Mais les grandes

Digitized by Google

marines étrangères (Angleterre, États-Unis, Japon) considèrent toujours le cuirassé comme l'élément principal des flottes de combat et continuent à en construire, dans les limites prévues par le traité de Washington.

Cuirassés français. — La France a actuellement en service 9 cuirassés :

Diderot, Condorcet, Voltaire, entrés en service en 1910 et 1911, déplacement 18.800 tonneaux ; longueur 146 mètres, largeur 25 m. 60, tirant d'eau 9 mètres ; puissance des machines 22.400 chevaux, 4 hélices, 5 cheminées ; vitesse 19 nœuds ; épaisseur maxima de la cuirasse 250 millimètres, deux ponts blindés de 48 m/m et 45 m/m ; 4 canons de 305 en deux tourelles doubles axiales, 12 canons de 240 en 6 tourelles doubles, 3 de chaque bord ; 12 canons de 75, 4 de 47, 2 de 75 contre-avions ; 4 tubes lance-torpilles (1).

Courbet, Jean-Bart, Paris, entrés en service en 1911-1912, déplacement 23.400 tonneaux, longueur 166 mètres, largeur 27 mètres, tirant d'eau 9 mètres ; puissance 28.000 chevaux, 4 hélices, 2 ou 3 cheminées ; vitesse 21 nœuds ; épaisseur maxima de cuirasse 270 millimètres, 3 ponts cuirassés à 30, 50, 70 millimètres ; 12 canons de 305 en 6 tourelles doubles (4 dans l'axe, une de chaque bord), 22 canons de 140, 4 canons de 75 contre avions, 4 tubes lance-torpilles. Ces trois cuirassés forment la première série de dreadnoughts français. Ils ont été dernièrement modernisés, et la portée de leur artillerie a été augmentée.

Bretagne, Provence, Lorraine, entrés en service en 1913, déplacement 23.550 tonneaux, longueur 166 mètres, largeur 27 mètres, tirant d'eau 8 m. 90 ; puissance 29.000 chevaux, 4 hélices, 2 cheminées ; vitesse 20 nœuds ; rayon d'action 4.700 milles à 10 nœuds, 2.800 milles à 13 nœuds ; épaisseur maxima du cuirassement 270 millimètres, 3 ponts blindés de 30, 50 et 70 m/m ; 10 canons de 340 en 5 tourelles doubles axiales, 22 canons de 140, 4 canons de 75 contre-avions, 4 de 47 ; 6 tubes lance torpilles. L'état-major comprend 30 officiers : 1 capitaine de vaisseau commandant, 2 capitaines de frégate, 1 capitaine de corvette, 6 lieutenants de vaisseau, 9 enseignes de vaisseau, 2 officiers des équipages, 6 ingénieurs mécaniciens, 1 commissaire, 2 médecins ; l'équipage est de 1.150 hommes.

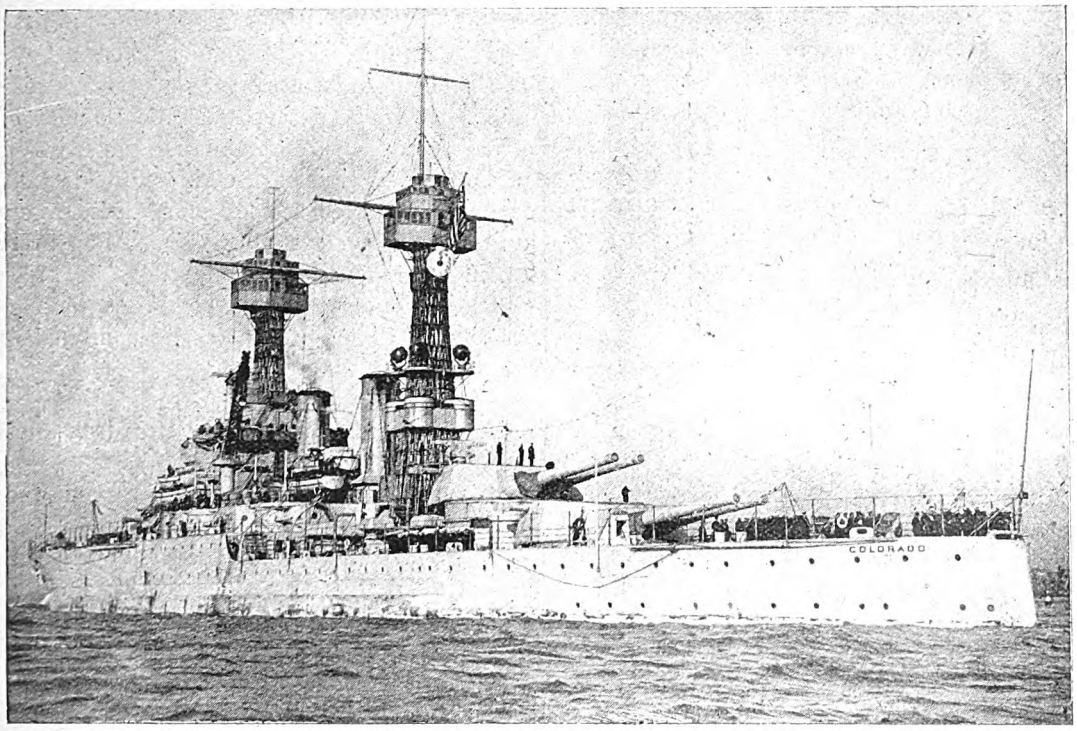


Fig. 68. — Le Cuirassé *Colorado* (Etats-Unis) lancé en 1921.

Les trois cuirassés *Bretagne, Provence, Lorraine* ont été modernisés après la guerre. Malgré ces transformations coûteuses, les cuirassés français sont restés de médiocres outils de guerre, démodés, nullement défendus contre les explosions sous-marines, et qui ne sont guère bons qu'à servir à l'entraînement du personnel en temps de paix. En temps de guerre, il est probable qu'on les main-

(1) En combat rapproché les cuirassés peuvent lancer des torpilles, mais cette arme est pour eux secondaire.

Digitized by Google

tiendrait dans les ports, afin de ne pas les envoyer à une catastrophe à peu près certaine, pour peu que l'ennemi ait des avions et des sous-marins.

Les cuirassés des marines étrangères. — Les cuirassés les plus récents de l'Angleterre sont :

1° Les cinq cuirassés du type *Queen Elisabeth* (entrés en service de 1913 à 1915), de 28.000 tonnes de déplacement, filant 25 nœuds et armés de 8 pièces de 381 millimètres, 16 de 152, 4 de 76, et de 5 tubes lance-torpilles de 533 m/m.

2° Cinq cuirassés du type *Royal Sovereign*, entrés en service en 1915-1916 : déplacement 30.000 tonnes, longueur 190 mètres, largeur 31 mètres (avec bulges), tirant d'eau 10 m. 10, puissance 40.000 chevaux, vitesse 22 nœuds. Épaisseur maxima de la cuirasse 343 m/m ; armement : 8 canons de 381 en tourelles doubles axiales, 14 canons de 152, 2 de 76 contre-avions, 4 de 47, 4 tubes sous-marins de 533 m/m ; officiers et équipages : 1.190 hommes ;

3° Deux cuirassés, le *Nelson* et le *Rodney*, sont actuellement en construction. Ils doivent avoir le déplacement de 35.000 tonnes fixé par le traité de Washington, une longueur de 210 mètres, une largeur de 32 mètres avec bulges. Leur armement principal doit comporter 9 canons de 406 en trois tourelles triples. Le prix de revient de chacun de ces cuirassés est estimé à 8 millions de livres, et leur entretien annuel à 600.000 livres.

Les États-Unis ont en service des cuirassés du type *Tennesee*, datant de 1920, qui déplacent 32.300 tonnes, filent 21 nœuds, et sont armés de 12 pièces de 356 en 4 tourelles triples, 14 pièces de 127 et 4 de 76. Trois cuirassés type *Colorado* sont entrés en service en 1920 et 1921 : déplacement 33.000 tonnes, longueur 190 mètres, largeur 30 mètres, vitesse 21 nœuds ; épaisseur maxima de la cuirasse 350 m/m, 2 ponts cuirassés de 76 m/m et de 51 m/m ; armement : 8 canons de 406 en 4 tourelles doubles, 14 canons de 127, 4 canons de 76 contre-avions, 4 canons de 57, 2 tubes lance-torpilles de 533 m/m ; officiers et équipage : 1.600 hommes.

Le Japon n'est pas resté en arrière. Ses deux cuirassés les plus récents *Nagato* et *Mutsu*, entrés en service en 1920, on' un déplacement de 33.800 tonnes, une puissance de 60.000 chevaux et filent 23 nœuds. Leur armement comprend 8 canons de 406 en 4 tourelles doubles dans l'axe, 20 canons de 140, 8 canons de 76 contre-avions, 8 tubes lance-torpilles de 533 m/m.

Le tableau suivant indique, conformément au traité de Washington, le nombre des navires de ligne actuellement en service dans les principales marines du globe :

États-Unis : 18 dont le tonnage varie de 20.000 tonnes à 32.600 tonnes ;

Grande-Bretagne : 22 dont le tonnage varie de 23.000 tonnes à 30.000 tonnes ;

France : 9 dont le tonnage varie de 19.000 tonnes à 23.500 tonnes ;

Italie : 10 dont le tonnage varie de 12.600 tonnes à 22.700 tonnes ;

Japon : 10 dont le tonnage varie de 27.500 tonnes à 33.800 tonnes.

***

REVUE INDUSTRIELLE

ALCOOL CARBURANT TIRÉ DES BROUSSAILLES ET DÉCHETS CELLULOSIQUES

A la Poudrerie Nationale de Sorgues, viennent de s'achever d'intéressants essais pour la réalisation semi-industrielle des procédés G. Meunier.

Ces procédés, recommandables par leur souplesse, permettent de tirer parti de la sciure de bois et des matières cellulosiques les plus diverses, en fabriquant de l'alcool éthylique ou, si l'on préfère, un certain nombre d'autres produits de valeur ; les opérations pouvant être conduites pour obtenir, au choix, l'une ou l'autre des combinaisons suivantes :

Alcool, pâte à papier ;

Alcool, acides organiques, furfurol, méthylène, acétone ;

Moins d'alcool, mais une plus grande masse des autres sous-produits ;

Pas d'alcool, les sous-produits ci-dessus indiqués et, en outre, des provendes sucrées pour le bétail.

Il est possible de tirer des tourteaux : un haut rendement en alcool, des sous-produits et des engrais. Le traitement des algues fournit de l'iode, de l'alcool et des sous-produits. On peut, à l'aide des mêmes méthodes, traiter les résidus des usines d'extraits tanniques.

***

L'industrie que l'on pourrait fonder sur ces procédés serait d'autant plus intéressante que l'on tirerait parti de substances de rebut et que l'on pourrait, suivant les circonstances économiques, diriger les fabrications, soit vers la production d'alcool, si les carburants deviennent de plus en plus rares et chers, soit vers la production de furfurol ou d'autres sous-produits suivant les cas.

Il est difficile de donner des rendements dans ces conditions ; on peut cependant, pour fixer les idées, dire que 100 kilogrammes de bois sec peuvent

Digitized by Google

fournir 30 à 35 kilogrammes de combustibles liquides, dont 18 à 22 litres d'alcool éthylique : il n'est pas besoin d'autre combustible que les résidus de fabrication.

***

Les procédés Meunier reposent sur la remarque suivante : Si l'on agit sur les celluloses au moyen d'acides qui les transforment en produits solubles réducteurs, les réducteurs ainsi formés tendent à être détruits par l'acide, de sorte que l'on augmente de beaucoup le rendement en procédant par attaques successives, immédiatement suivies de l'élimination des réducteurs formés lors de chaque attaque.

Par exemple, le coton soumis à six attaques successives de 2 heures chacune, a fourni 44,3 % de dextrose, tandis qu'un traitement continu pendant 12 heures n'a permis d'obtenir, finalement que 18 à 20 % de dextrose : 50 % environ de la substance formée ayant été détruite par l'acide.

On retrouve, dans le traitement des celluloses impures, des rapports du même ordre entre les rendements de la méthode discontinue et des méthodes continues les plus avantageuses.

***

Avant d'exposer les théories de M. Meunier et de décrire le dispositif le plus général qu'il emploie, nous croyons utile de rappeler quelques notions sur les traitements industriels que peut subir la cellulose et particulièrement la cellulose des fibres de bois.

Braconnot a montré depuis longtemps que l'on pouvait transformer du vieux linge — cellulose à peu près pure — en glucose, sous l'action de l'acide sulfurique et de la chaleur; une fermentation transformait ensuite le sucre de chiffon en alcool éthylique.

Mais les fibres de bois contiennent, en plus de la cellulose pure $((C^6H^{10}0^5)^n$, de la fibrose insoluble et de la paracellulose.

La cellulose, d'ailleurs, n'est pas une espèce parfaitement définie, car il nous manque la connaissance de l'indice *n* de la formule précédente. Il y a évidemment une différence très grande entre le coton, le bois, l'ivoire végétal (corrozo), la moelle de sureau, les ailes des coleoptères, etc... Cependant par hydratation, on arrive toujours au glucose : la transformation étant beaucoup plus facile avec le coton — cellulose presque pure —, qu'avec le bois dont il faut dissoudre la lignine avec les alcalis, par exemple avec le bisulfite de calcium employé à chaud sous pression.

Remarquons que, dans certains cas, on a intérêt à suspendre l'hydratation, par exemple dans la fabrication du parchemin végétal à l'aide du papier et dans la mercerisation du coton.

***

Au lieu de chercher à produire de l'alcool, on peut aussi dissoudre la cellulose, soit directement, soit à l'état d'éther pour obtenir de la soie artificielle.

On sait que l'emploi d'oxyde de cuivre ammoniacal permet d'arriver à une pâte visqueuse dont la coagulation, dans un bain acide, se fait sous tension, de sorte que l'on peut filer une fibre lisse comme la soie.

A la soie au cuivre ainsi obtenue, on peut préférer la *viscose* que l'on obtient, en partant de la cellulose, d'une manière analogue à la combinaison de l'alcoolate de sodium avec le sulfure de carbone :

$$C^2H^5O\,Na + CS^2 = C^2H^5OCSS\,Na.$$

Le xantate de sodium formé est soluble dans l'eau (on sait qu'il doit son nom au précipité jaune qu'il donne avec les sels de cuivre).

Comme il existe des fonctions alcool dans la molécule de cellulose, on pouvait prévoir l'action du sulfure de carbone sur la cellulose sodée, c'est-à-dire la production d'un sel acide présentant des chances de solidité.

En effet, si l'on malaxe de la pâte de bois avec de la soude à 22°B, qu'on laisse mûrir à la température de 20° C. pendant quelques heures, qu'on malaxe ensuite pendant trois heures avec du sulfure de carbone; en présence d'eau légèrement alcaline, le xantate de cellulose entre en dissolution visqueuse colloïdale appelée viscose.

Si l'on conserve ce produit pendant quelques heures à 18° C, on peut le filer dans un bain acide (acide sulfurique étendu et bisulfite de soude) sous tension.

Sur la fibre, un peu de soufre reparaît; on lave dans un bain de sulfure de sodium, blanchit à l'eau de Javel, passe à l'hyposulfite, lave à nouveau puis sèche sous pression. En trempant la soie de viscose dans un bain de formol étendu, on augmente la résistance.

On peut d'ailleurs imaginer d'autres moyens de filer la cellulose.

On éthérifie la cellulose, par exemple avec l'acide acétique, pour former l'acétylcellulose qui se prépare pratiquement en faisant agir l'anhydride acétique sur la cellulose en présence d'I, de Br, de Cl catalyseurs; on précipite par l'eau. Cet acétylcellulose est soluble dans l'acétylène tétrachlorurée, et l'on prépare ainsi des solutions visqueuses très chargées en cellulose, sorte de collodion

Digitized by Google

ininflammable qui conviendrait bien pour la préparation des films s'il était plus souple, vernis très employé dans la fabrication des toiles d'aéroplanes.

***

Les procédés que nous venons d'énumérer et les autres du même ordre, sont évidemment susceptibles de conduire à des bénéfices industriels

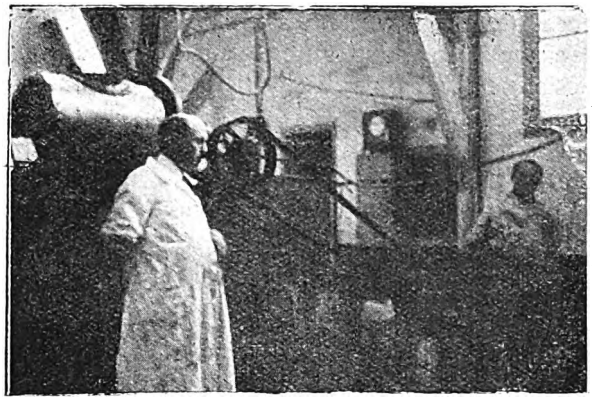


Fig. 69. — Hydrolyseur.

plus importants que ceux que l'on peut attendre de la fabrication de l'alcool éthylique carburant. Mais les procédés Meunier, qui se prêtent très bien aussi à la préparation des matières nécessaires à la fabrication de la soie artificielle, permettraient de mettre en œuvre, sur des bases fort intéressantes, l'industrie de la récupération des déchets cellulosiques.

Fig. 70. — Broyeur des matières cellulosiques.

Cette mise en œuvre ne demande essentiellement qu'une combinaison d'appareils assez simples (fig. 69, 70 et 71),

La matière est tout d'abord traitée dans un autoclave rotatif traversé par un courant de vapeur dont on règle le débit, la pression et la surchauffe ; ce courant entraîne, au fur et à mesure, les produits volatils qui se forment, dans un saturateur contenant un lait de chaux où les acides acétique et formique se fixent à l'état de sels de calcium. Le reste des vapeurs sert à chauffer un alambic fonctionnant sous pression puis se condense. On sépare à l'aide d'une distillation, le furfurol, l'alcool méthylique, l'acétone et l'eau et, d'autre part, le résidu constitué par une vinasse que l'on fait tomber dans une grande citerne où l'on prépare le moût en ajoutant du carbonate de chaux destiné à saturer l'acide employé, tout le mélange étant filtré sur une toile sans fin. Le moût est distillé après fermentation ; on obtient ainsi de l'alcool éthylique et une vinasse que l'on concentre et que l'on distille après addition d'acide, etc.

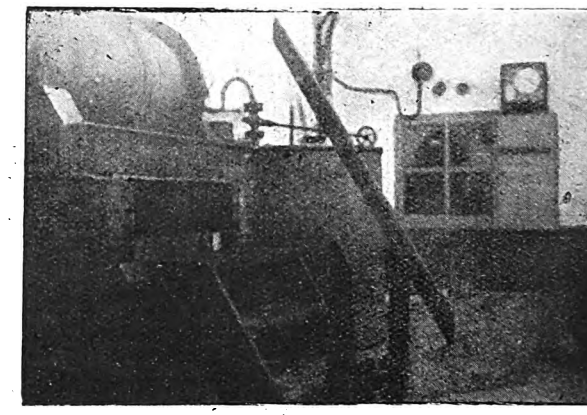


Fig. 71. — Hydrolyseur et ses appareils de contrôle et de réglage : manomètre et thermomètre, enregistreurs, dégradomètre et indicateur de vitesse des réactions.

Le schéma (fig. 72) indique dans ses grandes lignes, le fonctionnement d'un groupe.

Ainsi l'on obtient :

De l'alcool éthylique ;

Des produits accessoires : formiate de chaux, acétate de chaux, furfurol méthylène et acétone ;

Un engrais ou un combustible.

On voit que le procédé consiste en une série de dégradations successives immédiatement suivies de l'élimination des réducteurs formés, ce qui permet d'obtenir des rendements en sucres, beaucoup plus élevés que ceux que l'on trouve avec les divers procédés usuels : acides concentrés à froid, acides dilués à chaud (Classen, Ewen, Orlowski), etc.

***

Voici comment M. Meunier avait expliqué au Congrès des combustibles liquides les bons résultats qu'il obtient.

Lorsqu'on fait agir les acides sur les celluloses,

Digitized by Google

deux tendances antagonistes déterminent un état d'équilibre à un instant donné; la première tendance est une transformation des celluloses en produits solubles — ce que l'on cherche à réaliser au taux le plus élevé — la seconde, c'est la destruction — que l'on doit éviter autant que possible — des réducteurs formés, par l'acide même.

A un instant donné, il y a ainsi formation, dans la masse traitée, de n % de réducteurs et, simultanément, destruction de m % de ces réducteurs; le gain réel est donc de n — m % = R %.

Cette masse est évidemment égale au produit du volume de la matière transformée par le poids spécifique *p*.

Le volume *v* peut s'exprimer en fonction de paramètres constants d'une part, et d'autre part, de l'épaisseur *e* variable avec le temps.

On a donc :

$$\frac{dv}{de} = KS$$

et par conséquent :

(2) $$dx = KS\,p\,de$$

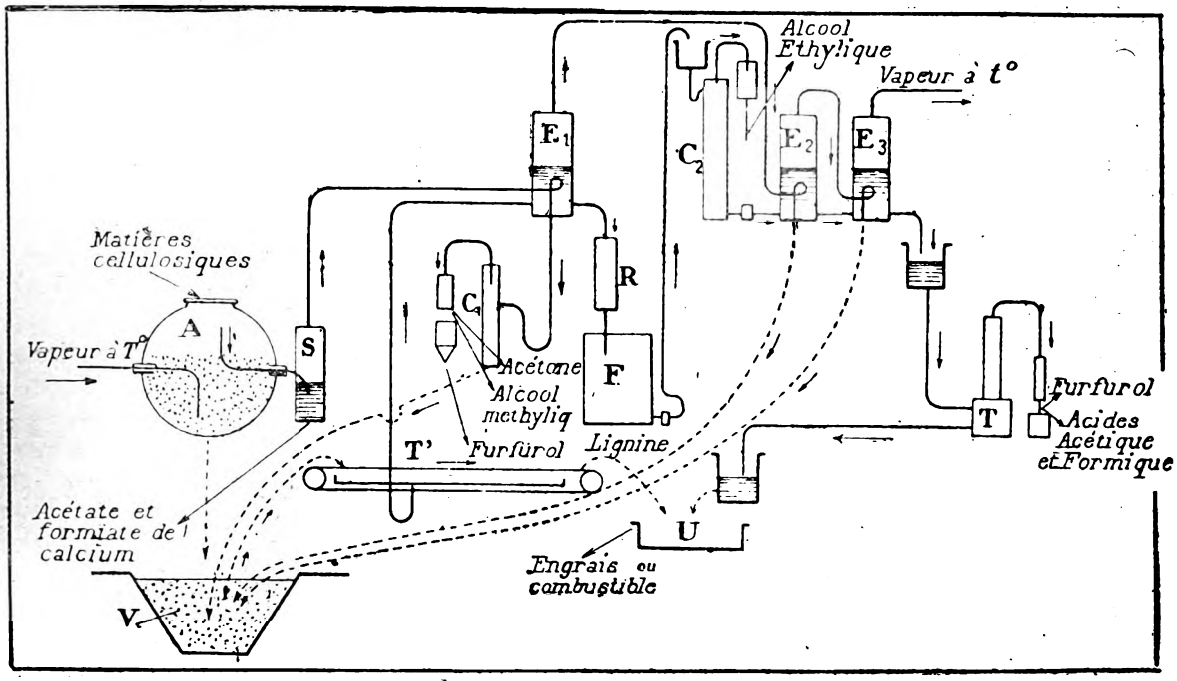


Fig. 72. — Schéma général des Procédés Meunier.
A. Appareil de traitement. — S. Saturateur. — E. Evaporateur, 3 corps E_1 E_2 E_3. — R. Réfrigérant. — F. Cuves à fermentation. — T. Traitement des vinasses. — T' Filtre. — U. Sécheur. — V. Citerne. — C_1. Colonne à furfurol. — C_2. Colonne à alcool.

On peut représenter ces pourcentages, en fonction du temps, par deux courbes F (formation) et D (destruction) des réducteurs et l'on peut essayer de déterminer la forme de ces courbes (fig. 73) non seulement en fonction du temps, mais encore des autres variables : température, volume, concentration, etc., de l'acide employé.

***

La formation d'une masse *dx* de réducteurs dans l'intervalle *dt* est proportionnelle à la surface de contact S et à un coefficient C qui dépend de l'état et de la nature de l'acide employé, particulièrement de sa concentration :

(1) $$dx = CS\,dt.$$

d'où :

$$e = e_o\,(1 - At)$$
$$S = S_o\,(1 - At)$$

A étant un coefficient caractérisant la dégradation de la matière.

Portant la valeur de S dans la première équation inscrite et intégrant, on aura :

(3) $$M_o - x = M_o\,(1 - At)^3$$

M_o désignant la masse initiale de la matière.

Dans tout intervalle de temps où une courbe F peut être assimilée à une droite :

$$(1 - At)^3 \text{ SS } 3At$$

et

(4) $$x = x_o\,.\,3At.$$

Digitized by Google

***

La forme de la courbe D peut être déduite de la proposition suivante : la quantité de sucre qui se détruit est proportionnelle à la quantité restant à détruire :

$$dy = B_1 \frac{x-y}{V} dt ;$$

$\frac{x-y}{V}$ est la concentration du réducteur dans le volume V de la solution acide ;

B_1 est fonction de la concentration de cette solution, de la nature de l'acide et de sa température.

$$\text{Posant : } \frac{B_1}{V} = B$$

On a :

$$(5) \qquad dy = B(x-y)\,dt.$$

Cette équation s'appuie sur les résultats d'Ost et Wilkenig dans la destruction du glucose par un acide minéral.

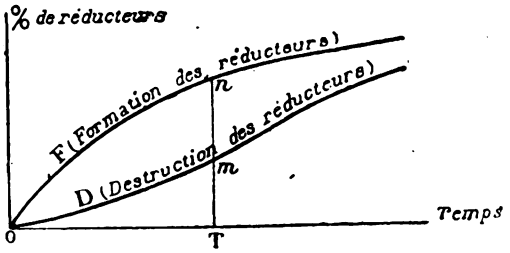


FIG. 73. — Dégradation des celluloses.

Les coefficients A et B dépendent d'ailleurs de la température.

Van t'Hoff et Arrhenius ont proposé d'écrire :

$$B_t = B_o\, e^{q\frac{t-t_o}{t\,t_o}}$$

expression vérifiée expérimentalement par Urecht et Spohr et que l'on peut mettre sous la forme

$$Log\ B_t = m\text{-}n\ (T)^{-1}$$

m et n sont des constantes caractéristiques ; T est la température absolue.

M. Meunier expose ensuite les calculs numériques basés sur ces formules et les vérifications expérimentales qu'il a poursuivies.

***

D'après les résultats d'Ost et de Wilkenig — qui justifient d'ailleurs l'équation (5), l'inventeur trouve pour m et n, respectivement :

12,67013 et 5544,18729

Pour le calcul de A, au moyen de la formule (3) il considère que 1.000 gr. de coton traité par 2 litres d'acide sulfurique à 0,5 % à la température de 145° C. ont fourni à Ost, 460 gr. de résidu insoluble après 12 heures de traitement.

Ainsi : A = 0,019 / D'où : B = 0,255 } à 145°C. { Concentration de l'acide 0,5 % id. en glucose 5 %

Du système d'équations :

$$\begin{cases} x = [1-(1-At)^2]100 \\ dy = B(x-y)\,dt \end{cases}$$

On peut tirer y et $x - y = R$.

Il ne s'agit plus que d'intégrer une équation différentielle du premier ordre ce qui donne :

$$(6) \qquad R = 300\frac{A}{B}\left\{A^2t^2 - 2A\left(1+\frac{B}{A}\right)t + \left(1+2\frac{A}{B}+2\frac{A^2}{B^2}\right)\left(1-e^{-Bt}\right)\right\}$$

Si l'on se contente de l'équation approximative (4) en désignant par S la masse réductrice formée dans l'intervalle de temps considéré, le système devient :

$$x = 300\,At$$
$$dy = B(S + x - y)\,dt$$

d'où :

$$R = 300\frac{A}{B}\left(1-e^{-Bt}\right) \quad Se^{-Bt}$$

formule récurrente commode pour l'étude des graphiques empiriques.

***

Ces considérations théoriques pourraient aider à élucider les phénomènes : variation du coefficient de dégradation d'où il faudrait conclure que les réducteurs formés sont différents et proviennent par conséquent de celluloses de diverses natures.

Les seules variables de (6) sont A et B qui dépendent d'ailleurs de la concentration c de l'acide, du volume V et de la solution et de la température T. On pourrait donc fixer les conditions des expériences de manière à obtenir pour R une valeur calculée que l'on vérifierait ensuite. Réciproquement on pourrait déterminer les coefficients caractéristiques A et B.

D'ores et déjà, la théorie montre l'intérêt qu'il y a, pour obtenir le meilleur rendement R, de procéder par attaques successives entre lesquelles on élimine les réducteurs formés.

Avec la sciure de pin, trois attaques successives donnent 50 % de plus qu'une attaque unique de même durée totale.

L'attaque à froid à l'aide d'un acide concentré ou pur en dose massive dégrade la matière jusqu'à la lignine exclusivement. La courbe D est alors

Digitized by Google

confondue avec l'axe des temps : tout ce qui est pratiquement soluble disparaît.

Dans les mêmes conditions, mais à chaud, la lignine elle-même est dégradée et l'on obtient de l'alcool méthylique, des acides organiques, de l'acétone ; le furfurol polymérisé et ses dérivés fournissent des matières humiques.

Entre les deux cas extrêmes, existent une infinité d'équilibres différents que l'on peut utiliser, soit pour produire la plus grande quantité possible de réducteurs et par conséquent d'alcool éthylique, soit une forte proportion d'acides organiques et de furfurol.

Dans le second cas, on ne doit pas éliminer les réducteurs formés.

***

Sans doute, les phénomènes du traitement des celluloses pour la fabrication de l'alcool et d'autres produits, restent encore un peu obscurs.

Aux principaux facteurs de l'équilibre de dégradation (chaleur, concentration, acidité) envisagés par M. Meunier, il convient peut-être d'ajouter la présence de matières azotées, lesquelles se transforment en matières acido-aminées.

M. Maillard ayant ajouté ces matières au glucose est toujours arrivé à la production de matières humiques.

Cela ne peut être un inconvénient mais un avantage lorsque l'on recherche l'augmentation de la valeur fertilisante des résidus.

Quant aux rendements évalués par M. Meunier, ils sont rapportés au rendement obtenu par le procédé de Braconnot, c'est-à-dire au meilleur rendement expérimental connu : dissolution des matières cellulosiques dans l'acide sulfurique concentré, procédé qui ne pourrait devenir industriel que si l'on arrivait à récupérer commodément les quantités considérables d'acide mises en œuvre.

Ce procédé a d'ailleurs été perfectionné par l'addition d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique plus facilement récupérable.

L'emploi de la chaleur facilite les réactions : avec les acides concentrés, on peut pousser plus loin la dégradation pour avoir des acides organiques, du méthylène et de l'acétone ; avec des acides dilués, on obtient du glucose fermentescible et un résidu qui peut servir à la fabrication du papier. Classen, employant l'anhydride sulfureux, a obtenu industriellement, 8 à 10 litres d'alcool éthylique aux 100 kilos de bois sec. D'Orlowski, avec l'acide fluorhydrique, a obtenu des rendements très élevés mais il faut compter avec le prix de cet acide.

La méthode des dégradations successives de M. Meunier, confirmée par les essais récents de la Poudrerie de Sorgues, donne des rendements en sucres du même ordre que ceux de d'Orlowski et pourrait servir de base à l'organisation d'une industrie d'alcool de celluloses de rebut.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les vitesses possibles de la matière. — Les phénomènes de rayonnement corpusculaires nous ont mis en présence de projectiles atomiques très rapides. A ce propos, Sir Ernest Rutherford jette un coup d'œil d'ensemble sur les différentes vitesses possibles de la matière, observées tant sur la terre elle-même que dans le domaine astronomique.

Parmi les vitesses les plus grandes directement perceptibles pour nos sens, citons celle d'un avion susceptible de couvrir jusqu'à 1/6 km. à la seconde, celle d'un obus de canon à longue portée qui peut atteindre 1 km. par seconde. Les centrifugeuses donnent des vitesses périphériques qui se rapprochent de ce dernier chiffre.

Dans les vitesses de cet ordre se rangent également celles de molécules gazeuses animées, on le sait, d'un mouvement incessant. A 0°, la vitesse moyenne d'une molécule d'hydrogène est 1 km. 84 à la seconde. Cette vitesse augmentant comme la racine carrée de la température absolue, devient cinq à six fois plus grande dans un arc à hydrogène.

Rutherford examine ensuite le régime de chute libre d'un corps sur la terre, en l'absence d'atmosphère. En arrivant à la surface, d'une altitude de 20 km., sa vitesse serait de 0 km. 6 par seconde, tandis qu'elle atteindrait 11 km. ½ si le point de départ était situé à l'infini, l'attraction de la terre agissant seule. Cette dernière vitesse deviendrait égale à 600 km. si le soleil se substituait à la terre et dans ce cas, si l'énergie, qui varie comme le carré de la vitesse, se convertissait tout entière en chaleur, non seulement le corps se dissocierait complètement en atomes, mais sa température s'élèverait de plusieurs millions de degrés, en supposant sa chaleur spécifique égale à l'unité. On peut imaginer par là le processus de la collision de deux soleils, circonstance dont les astronomes admettent l'éventualité, au cours des temps.

Dans les laboratoires, les tubes à vide permettent la réalisation de vitesses considérables. Les électrons, dont la masse n'est que de $9{,}00 \cdot 10^{-28}$ gr. environ, et qui constituent les rayons cathodiques, y sont soumis à l'accélération du champ électrique établi entre les électrodes. Sous une tension de 1.000 volts, un électron se meut à raison de 5.950 km. par seconde. La vitesse, tant qu'elle reste suffisamment faible, varie comme la racine carrée de l'énergie due à la chute, mais lorsqu'elle se rapproche de celle de la lumière, l'augmentation de la

Digitized by Google

masse entre en jeu, conformément à la théorie de la relativité.

Outre les électrons, le tube à décharge contient encore des particules positivement chargées qui voyagent en sens inverse et constituent les rayons positifs. A énergie égale, ces particules sont plus lentes que l'électron, du fait de leur masse plus grande. Pour les rayons positifs de l'hydrogène, une vitesse de 1.400 km. par seconde exige 10.000 volts entre les pôles alors que pour l'électron il suffirait de 5 volts 5. Sous cette même différence de potentiel de 10.000 volts, l'atome de mercure simplement chargé, environ 200 fois plus lourd que celui d'hydrogène, se déplacerait à raison de 100 km. par seconde, vitesse que prendrait l'électron sous 0 volt 4. L'énergie acquise, seule fonction du voltage et de la charge portée, est la même pour tous les atomes simplement chargés.

C'est le rayonnement des corps radioactifs qui fournit les projectiles atomiques les plus énergiques connus jusqu'ici. En certains cas, les électrons constituant les rayons béta ont des vitesses qui correspondent à des chutes de tension de trois millions de volts, tandis qu'on ne dépasse qu'exceptionnellement quelques centaines de mille dans la pratique courante des laboratoires.

Les particules alpha, noyaux d'hélium dont la vitesse d'émission est en certains cas de 20.000 km. à la seconde, sont doués de beaucoup plus d'énergie encore que les particules béta. De ce point de vue, les particules alpha du radium C sont équivalentes à un électron tombant sous 7.600.000 volts et celle du thorium C à un électron tombant sous une tension plus grande encore. C'est au moyen de ces projectiles, dont l'énergie excède de beaucoup celle des électrons et des particules positives des tubes à vide, que Rutherford a réussi la dislocation d'un certain nombre de noyaux légers, accomplissant de la sorte une véritable désintégration artificielle des éléments.

Dans le monde nouveau où la considération des projectiles atomiques nous fait pénétrer, il y aura lieu de voir dans quelle mesure on peut continuer à appliquer les lois usuelles de la mécanique aux formidables vitesses des corps en jeu et à leurs chocs, les dimensions de ces corps étant d'ailleurs d'un ordre de grandeur considérablement au-dessous de celui de l'expérience commune.

S. V.

Physique du Globe

Quelques particularités des marées des côtes de France. — On sait que sur les côtes de France, les mouvements du niveau de la mer se manifestent généralement de la façon suivante : la mer monte pendant 6 heures 12 minutes environ et atteint ainsi un niveau maximum qui est celui de la pleine mer; puis elle baisse pendant 6 heures 12 minutes jusqu'à atteindre un niveau minimum qui est celui de la basse mer. Ces lois générales comportent sur nos côtes de nombreuses exceptions et on peut dire que nulle part le phénomène ne se présente avec cette parfaite régularité.

D'abord il y a très rarement égalité entre la durée de la marée montante et la durée de la marée descendante. Sur les côtes de l'Océan Atlantique, la marée descendante est plus courte que la marée montante : à Cordouan, la marée descendante dure 5 h. 50 m., la marée montante 6 h. 30 m. Sur les côtes de la Manche, c'est la marée montante qui est plus courte que la marée descendante : à Brest, la mer met 16 minutes de moins à monter qu'à descendre; à Cherbourg, la marée descendante dure 6 h. 50 m., la marée montante 5 h. 40 m.; au Havre, la marée descendante 7 h. 20 m., la marée montante 5 h.; à Boulogne, la marée descendante 7 h. 10, la marée montante 5 h. 15 m.

Il existe d'ailleurs, entre la morte eau et la vive eau, des différences parfois assez grandes. C'est ainsi qu'à Saint-Nazaire, en morte eau, la marée descendante dure 5 h. 50 m. et la marée montante 6 h. 30 m., tandis qu'en vive eau, la marée descendante dure 6 h. 40 m. et la marée montante 5 h. 45 m.

Dans les fleuves, la marée descendante est plus longue que la marée montante. A Rouen, durée de la marée montante : 4 h. 15 m., durée de la marée descendante : 8 h. 10 m.; à Rochefort, durée de la marée montante : 5 h., de la marée descendante : 7 h. 15 m.; à Blaye (Gironde) durée de la marée montante : 5 h., de la marée descendante : 7 h. 15 m.; à Libourne (Dordogne) durée de la marée montante : 2 h. 50 m., de la marée descendante : 9 h. 20 m.

Les marées de la Baie de Seine présentent une particularité remarquable. L'étale de pleine mer est très longue : pendant plus de deux heures au moment de la pleine mer, la variation du niveau est très faible et ne dépasse pas une vingtaine de centimètres. Voici quelques exemples empruntés aux *Instructions Nautiques pour les côtes de France*. A Courseulles, la période pendant laquelle, au voisinage de la pleine mer, le niveau de la mer ne varie pas de 10 centimètres est de 1 h. 45 m. en morte eau et de 1 h. 15 m. en vive eau; la période pendant laquelle cette variation ne dépasse pas 50 centimètres est de 3 h. 45 m. en morte eau, et de 3 h. 15 en vive eau.

A Trouville, les variations sont sensiblement analogues, la période pendant laquelle la variation du niveau de la mer ne dépasse pas 50 centimètres atteint 4 h. 30 m. en morte eau. Il en est de même à Port-en-Bessin.

A Isigny, en vive eau, la mer baisse seulement de 1 mètre dans les 2 h. 30 m. qui suivent l'heure de la pleine mer; en morte eau, la baisse n'atteint que 40 centimètres pendant le même laps de temps.

A Honfleur, la montée de l'eau se fait très rapidement entre la basse mer et la pleine mer (2 h. 30 m. environ en vive eau), le niveau baisse ensuite assez brusquement pendant 40 minutes, et il se produit alors une étale de 2 heures environ, pendant laquelle la baisse est presqu'insensible. Il y a même à la fin de cette étale, surtout si le vent souffle de l'Est, un léger relèvement du niveau, et l'on voit se dessiner sur les courbes de marée une seconde pleine mer. La baisse continue ensuite assez lentement au début, puis très vite à partir de 3 heures après l'heure du plein.

De même au Havre, en vive eau, après l'étale de pleine mer, qui ne dure que quelques minutes, on observe une baisse lente de 10 à 20 centimètres, puis une légère montée suivie d'une nouvelle étale; la baisse ne reprend que 2 heures environ après la première pleine mer. Les hauteurs des deux pleines mers sont sensiblement égales.

En morte eau, on constate à partir de l'heure de la première pleine mer une longue étale sans baisse intermédiaire bien nette; cette étale dure environ 3 heures.

L'étale de basse mer ne dure que quelques minutes. La durée de la mer montante, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui s'écoule entre la basse mer et la première pleine mer est de 4 h. 30 m. environ en vive eau et de 5 h. 30 m. en morte eau.

Ces formes particulières de marée sont dues à des ondes hydrauliques, dites supérieures, qui prennent naissance quand l'ondulation astronomique formée au large

Digitized by Google

arrive à cheminer par petits fonds : à l'onde principale viennent s'ajouter alors des ondes dont la période est sous-multiple du demi-jour.

Des phénomènes d'interférence analogues se rencontrent en rade de l'île d'Aix, où la courbe des marées présente en morte eau deux maxima, dus à l'interférence de deux ondes progressives contournant l'île d'Oléron, l'une par le pertuis d'Antioche et l'autre par le pertuis de Maumusson; la même anomalie se retrouve dans la baie de Bourgneuf et en rade de Saint-Nazaire, où elle est très atténuée.

Parmi les irrégularités de la marée sur les côtes de France, il faut signaler encore celles qui sont dues à l'influence du vent. Les vents soufflant du large produisent une élévation des eaux à la côte et réciproquement les vents soufflant de terre abaissent leur niveau. Sur nos côtes de l'Océan, les vents d'Ouest élèvent normalement la hauteur de la marée, et dans les vives eaux d'équinoxe on a quelquefois observé des surhaussements atteignant 1 m. 50, causant de grands dégâts, et qu'on appelle improprement des raz de marée. Voici quelques observations faites normalement sur nos côtes, en dehors de ces cas exceptionnels.

A l'embouchure de la Loire, les variations de la marée dues au vent sont de l'ordre de 50 à 80 centimètres. A Granville, le niveau de la mer est sujet à une surélévation qui peut atteindre 70 centimètres pendant les forts vents du Sud-Ouest au Nord-Ouest; au contraire, par vent d'Est, la pleine mer n'atteint jamais le niveau donné dans l'*Annuaire des Marées*, et la basse mer peut baisser de 50 à 60 centimètres de plus qu'il n'est prévu. A Guernesey, le niveau de la mer subit dans les mêmes conditions des variations pouvant atteindre 0 m. 90 à 1 m. 20. A Boulogne, les niveaux sont plus élevés de 30 à 40 centimètres par les vents frais du large, tandis qu'ils s'abaissent environ de la même quantité par les vents de terre; l'étale de la pleine mer dure pendant 20 à 25 minutes environ avec les vents du large, 10 à 15 minutes seulement avec les vents de terre. On observe des variations analogues à Calais, à Gravelines et à Dunkerque. J. Rouch.

Chimie physique

Le mode d'action des promoteurs en catalyse (1). — On connaît le rôle important que jouent dans les opérations catalytiques les oxydes métalliques partiellement réduits, ainsi que le noir de platine. Selon une théorie récente, ces catalyseurs consistent en particules d'oxyde non réduit, entourées d'une couche de métal réduit, ou d'oxydes inférieurs et contenant des ions H^+ et OH^- et c'est cette couche superficielle de molécules d'eau dissociées en ions qui est le siège de la catalyse des réactions d'oxydation, de réduction et d'hydrolyse observées avec ces oxydes partiellement réduits.

Cette théorie fournit une représentation très satisfaisante, en harmonie avec les faits, de l'empoisonnement des catalyseurs, qui serait dû à la destruction de la couche superficielle, siège réel des actions catalytiques. Les ions H^+ et OH^- perdent leurs charges, et se transforment dès lors en molécules d'eau libres.

Si cette manière de voir est correcte, l'action des *promoteurs*, corps renforçant l'activité des catalyseurs, est immédiatement suggérée par la théorie : les promoteurs auraient pour effet, à l'inverse des poisons, de faire croître dans le film superficiel le nombre des ions H^+ et OH^-, C'est ce qu'ont permis de vérifier de façon frappante diverses expériences, mettant en œuvre les cas bien connus d'action promotrice, tels que celui de l'oxyde de cérium, promoteur de l'oxyde ferrique partiellement réduit, et celui de l'hydroxyde de potassium, promoteur du noir de platine. L. Brüninghaus.

(1) M.-C. Boswell et C.-H. Bay ley, *J. of physical chemistry*, **29** (1925), 679-692.

Géologie

La géologie et la guerre. — On sait que les bases de la mobilisation scientifique ont été enfin jetées, dans le cadre d'un projet de loi.

C'est là un événement qui mérite d'être tout particulièrement signalé, surtout si l'on reporte sa pensée sur ce que furent, du côté français, les modalités d'emploi des géologues, par exemple durant le dernier conflit mondial. Alors que toutes les grandes armées, celle de l'Angleterre, celle de l'Allemagne, celle de l'Amérique, étaient dotées d'un service géologique, les deux premières en 1915, la dernière en 1917, seule la France ne voulut pas se constituer un tel organisme, témoignant là, comme en d'autres domaines, hélas! de son imprévoyance. L'utilisation rationnelle des ressources scientifiques et intellectuelles du pays a trop souvent été négligée pour la défense nationale. L'importance de la géologie en matière de tactique militaire était cependant indiscutable, comme l'a trop souvent constaté l'auteur de ces lignes, lorsqu'il était dans les tranchées. Enfin, avec notre absence de service géologique de guerre, nous eussions été sérieusement handicapés en passant à l'offensive en territoire ennemi, notre documentation cartographique sur l'Allemagne, à ce point de vue spécial, s'étant révélée tout à fait insuffisante en 1918.

Il n'est d'ailleurs guère possible de citer plus de trois articles français sur la géologie de la guerre, publiés par P. Jodot, Thiébaut et le capitaine Villate (1920-23). En face de cette maigre littérature figurent une vingtaine de travaux allemands émanant en partie des plus hautes personnalités scientifiques de ce pays, Steimann (1915), Potonié (1914), Dacqué (1915), Van Werveke (1915-16), etc. Cette concentration d'efforts scientifiques militaires d'outre-Rhin témoigne d'une coordination de travail facilitée par le haut commandement et encouragée par les grands maîtres de l'Université. Chez nous, au contraire, les débuts de la guerre virent une véritable hécatombe de géologues, qui figuraient nombreux parmi les combattants de première ligne. Et les fascicules de mobilisation actuels continuent de prévoir la même utilisation qu'en 1914, dans les rangs de l'infanterie, de ceux qui sont aujourd'hui grands mutilés.
L. Joleaud.

Statistique

Le droit d'entrée dans les Musées et monuments de l'État. — Ce droit d'entrée a été institué par la loi du 31 décembre 1921. Il produit des recettes de plus en plus élevées chaque année. Ce droit peut être porté à 2 francs d'après la loi du 13 juillet 1925. (*Économiste français*, 26 sept. 1925.) En 1924, le produit a été de 2.024.104 francs. Les recettes les plus élevées sont les suivantes :

Louvre	442.528 fr.
Versailles	238.059 »
Panthéon	200.192 »
Sainte-Chapelle	120.366 »
Mont-Saint-Michel	102.335 »
Musée du Luxembourg	87.056 »
Fontainebleau	86.956 »
Grand Trianon	82.377 »

Digitized by Google

Arc de triomphe de l'Étoile	74.983 »
Palais de Pau	74.139 »
Musée de Cluny	64.979 »
Petit Trianon	50.869 »

De ces recettes on a employé 388.975 fr. à la restauration du domaine de Versailles ce qui porte à 1.380.011 fr. le total attribué à la caisse nationale des Monuments historiques; en outre 443.641 fr. ont été attribués à celle des Musées nationaux et 50.871 fr. ont été attribués aux Musées ne disposant pas de l'autonomie financière (Sèvres, Gobelins, Sculpture comparée, Guimet, Adrien Dubouché à Limoges). L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Électricité

Les résistances autorégulatrices. — Le problème se pose souvent dans les laboratoires ou les installations industrielles d'obtenir un courant d'intensité constante à partir d'un électromoteur dont la tension varie dans des limites souvent très larges : par exemple dans l'étalonnement des appareils de précision, dans le fonctionnement des génératrices électriques pour l'éclairage des trains, dans certains relais télégraphiques, etc. Le problème s'était déjà posé lors de l'invention de la lampe Nernst : on sait en effet que le filament de cette lampe possède une caractéristique très plongeante, de sorte qu'une surtension relativement faible y provoque un accroissement d'intensité considérable, capable de mettre instantanément le filament hors de service. On sait aussi comment Nernst avait résolu cette difficulté : il plaçait en série avec le filament une résistance constituée par un fil de fer plongé dans de l'hydrogène, dont la caractéristique est exactement inverse de celle du filament de Nernst : l'ensemble filament-résistance était parcouru par un courant d'intensité pratiquement constante, quelles que fussent les variations des tensions (dans certaines limites assez étendues).

Or une propriété fort curieuse des résistances constituées par un fil de fer dont le diamètre est de l'ordre du 1/10 de mm. plongé dans l'hydrogène est l'influence de la pression du gaz sur la forme des caractéristiques.

Cette influence est schématisée par la fig. 74, où l'on a porté en abscisses les tensions appliquées aux extrémités du fil de fer et en ordonnées les courants parcourant le fil. On constate que pour un fil de 0,7 mm. de diamètre, le courant reste constant à 1 pour cent environ lorsque la tension varie de 10 à 25 volts, Pendant l'expérience, la température du fil est voisine de 500° Centigrades.

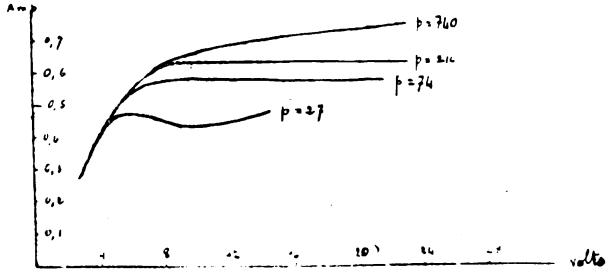


Fig. 74 Caractéristiques d'un fil de fer de 0,7 m / m de diamètre plongé dans l'hydrogène sous diverses pressions (en m / m de Hg). On voit que le courant est pratiquement constant lorsque la pression du gaz est de l'ordre de 100 m / m de Hg.

L'explication du phénomène est la suivante : les lois d'ohm et de Joule donnent entre la tension appliquée E, l'intensité du courant I, la résistance de fil R et la puissance dissipée P les relations

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$
$$E = \sqrt{PR}$$

Mais la résistance du fil est fonction de la température de ce dernier; l'énergie dissipée dépend des températures T_1 du fil d'une part, T_2 du milieu ambiant de l'autre; elle dépend également de la pression p du gaz environnant. On peut donc écrire, en éliminant T_1.

$$I = f\left[E, p, T_2\right] = f\left[E, p\right]$$

en considérant la température du milieu comme une constante. On conçoit qu'il existe une pression du gaz pour laquelle l'intensité soit indépendante de la tension appliquée, au moins dans certaines limites.

Le fait important pratiquement est que, pour le fer, les limites de tension et d'intensité sont d'une part extrêmement étendues, et d'autre part correspondent à une dissipation d'énergie par cm² de surface assez faible pour que la température du fil reste relativement basse. D'autres corps ont été essayés, comme le tungstène, le nickel, le platine; aucun n'a présenté les paliers que l'on obtient avec le fer.

On trouvera dans la *General Electric Review* (mai et septembre 1925) des détails plus amples sur les résistances autorégulatrices, leur construction et les principes de leur établissement. Ces résistances sont construites en France par diverses maisons : ainsi, une Compagnie industrielle livre à très bon compte des résistances, construites sur ce principe, présentant extérieurement l'aspect d'une lampe ordinaire et laissant passer un courant pratiquement égal à 1 amp. quand la tension aux bornes varie par exemple entre 100 et 300 volts. L'énergie dissipée est nettement inférieure à celle que consomment les appareils régulateurs dérivant du pont de Wheatstone.

A. F.

Métallurgie

Innovation dans le domaine de la coulée centrifuge. — Les innovations ne signifient pas toujours progrès surtout quand il s'agit de domaines étudiés à un point de vue particulier qui a provoqué de nouveaux perfectionnements ou des imitations. Tel est le cas dans le domaine de la coulée centrifuge, du procédé Briede avec le chenal de coulée mobile, sans cela, en effet, on ne peut arriver à une production économique des tuyaux par la force centrifuge. L'usine de Gelsenkirchen entre précisément en ce moment sur le marché avec des tuyaux fabriqués de cette façon, après en avoir essayé dans tous les détails l'exécution pratique.

La plupart des innovations sont basées sur ce procédé. à proprement parler dans la formation d'un ruban liquide par l'effet du mouvement de rotation accompagné d'un déplacement longitudinal; on a aussi cherché à

Digitized by Google

éviter le refroidissement trop rapide du métal coulé dans des moules en fer. Comme exemple caractéristique, il faut d'abord citer le procédé Moore, qui rappelle l'idée ancienne du moule rotatif avec garnissage de sable, qu'il faut évidemment renouveler pour chaque coulée. Toutefois, Moore pense avoir remédié à cet inconvénient en adoptant de nouveaux dispositifs de moulage. Il produit le garnissage de sable avec un agitateur et le recouvre d'un enduit avec des dispositifs spéciaux. On répartit et étale dans ce moule, la fonte sans aucun dispositif de coulée. Ce procédé a surtout cet avantage en Angleterre qu'on n'emploie d'habitude que des longueurs de tuyaux de 3,65 m. Avec les longueurs de 5 m. qu'on fabrique en Allemagne, il est probable que la fonte n'arriverait pas à couler sur tout le moule sans se refroidir d'une façon exagérée. On a, en effet, constaté que de légères différences dans la température du métal produisaient des différences d'épaisseur, sensible, dans le métal.

L'inconvénient de ce renouvellement continuel du garnissage, que l'on opère évidemment en dehors de la machine centrifuge pour la coulée, n'est probablement pas compensé par la suppression du recuit. Dans le moule de sable, le métal ne se solidifie que lentement, il est par suite longtemps soumis à l'influence de la force centrifuge. Cette différence importante dans la vitesse de refroidissement dans des moules rotatifs en fer et dans des moules en sable ressort clairement de la différence entre les coefficients de la conductibilité calorifique du fer et du sable qui sont dans le rapport de 56 : 1. Pendant les intervalles prolongés de solidification, il se sépare naturellement beaucoup de cristaux mixtes et d'impuretés sur la surface interne et y forment après solidification une croûte fortement rugueuse. Noldenke a cherché à remédier à ce défaut en polissant l'intérieur du tuyau ou en y projetant un enduit de béton.

Le brésilien Arens a proposé un dispositif spécial pour couler les tuyaux par la force centrifuge. Il a remplacé le chenal découvert de Briede par un tube fermé et garni. Les résidus solidifiés, les impuretés et les avaries demandent pour chaque coulée un nouveau tuyau de coulée garni, c'est donc le même inconvénient qu'avec le procédé Moore. On ne peut pas dire que cette disposition constitue un progrès si l'on tient compte du travail et des frais qu'elle entraîne. Arens arrive à une répartition convenable du métal par une poche de contenance déterminée dont il règle la vitesse de coulée en levant plus ou moins le tampon.

Il n'y a aucune difficulté à nettoyer le chenal ouvert de Briede; cependant le temps qu'on a passé avec les coulées se suivant rapidement, a une certaine importance. Pour les tuyaux de faible diamètre, on peut faire avec cette machine 30 coulées par heure. Aussi Holthaus eut l'idée de réunir plusieurs chenaux pouvant se déplacer latéralement en un groupe, on dispose l'un des chenaux pour la coulée, tandis qu'on peut mettre les autres en ordre. En se basant sur les chiffres indiqués plus haut il faudrait dans le procédé Arens un nombre considérable de chenaux prêts à servir. Ce procédé ne pourrait d'ailleurs s'employer sans aucun arrêt car aussi bien que le procédé Briede, il demande un déplacement longitudinal du moule rotatif et du chenal de coulée.

L'Américain Weitling a donné une nouvelle forme à la cuve basculante, en partant de la formation de l'hélice. En général, la cuve basculante comprend un réservoir en forme de tuyau avec une ouverture rectangulaire par-dessus. Weitling a donné à l'orifice de coulée un profil en coin. En culbutant la cuve du côté de cet orifice de coulée, c'est le métal qui est à l'extrémité opposée qui commence à couler et il avance le long de l'arête jusqu'à l'autre extrémité. Si on n'avait pas ici les difficultés habituelles de la cuve basculante, telles que le nettoyage du chenal de coulée, l'horizontalité parfaite de la cuve, et surtout les torsions presqu'inévitables, on aurait pu par ce dispositif remplacer le déplacement longitudinal du chenal. Ces difficultés augmentent avec la longueur des pièces coulées et la diminution de leur épaisseur. Il est difficile de maintenir exempt de vibrations une auge remplie de fonte dans le moule en rotation; en la soutenant des deux côtés, il ne serait plus possible de travailler rapidement.

La disposition connue sous le nom de procédé Henry-Weitling-Peake pour faire emploi de la force centrifuge pour couler mérite aussi toute l'attention; ce procédé a en vue la suppression du recuit en conservant cependant le moule rotatif en métal. La fabrication de la coulée en coquille nous a appris qu'il n'y a pas trempe de la fonte quand la coquille est chauffée. A ce point de vue, il n'y aurait aucune difficulté à chauffer le moule rotatif à la température exigée; cependant il faut éliminer la chaleur amenée à chaque coulée. La vapeur d'eau employée dans ce but donne trop de difficultés par suite des pressions élevées développées. On a déjà proposé de refroidir avec de l'huile à point d'ébullition élevé. Le procédé Henry-Weiting-Peake la remplace par le mercure pour éliminer la chaleur. Pour un point d'ébullition de 357° du mercure, on a dans les régions de 450 à 500° des pressions de 4 à 6 kgr. par cm^2 auxquelles le dispositif de coulée centrifuge peut résister. Pour éviter les pertes, on fait passer après la coulée, les vapeurs de mercure dans une seconde machine pour l'y condenser. Cela se reproduit à chaque coulée. Ce procédé prévoit également l'emploi de l'excès de chaleur d'une installation de coulée centrifuge comprenant plusieurs unités, pour produire de la vapeur.

Ce procédé a surtout en vue de prévenir la solidification trop rapide du métal dans le moule métallique. Au contraire, Arens attache une grande valeur à la vitesse considérable de refroidissement par suite de l'amélioration de la fonte. Cette invention a trait à l'un des points les plus importants du procédé de coulée centrifuge, la résistance à l'usure des moules métalliques rotatifs. La forte chute de température des moules rotatifs refroidis produit pendant la coulée un allongement des fibres intérieures et une contraction des fibres extérieures. Pour éviter ces tensions dangereuses, Arens construit le moule rotatif avec deux enveloppes concentriques qui peuvent se dilater indépendamment l'une de l'autre; en outre, il y a entre elles un espace circulaire libre que l'on remplit avec du mercure ou un autre métal facilement fusible. L'enveloppe intérieure très fatiguée peut être exécutée moins solidement tandis que l'enveloppe extérieure faite avec un métal moins cher peut durer plus longtemps.

Wüst au sujet du métal à choisir pour les moules rotatifs s'est prononcé pour l'acier au nickel. En Angleterre et en Amérique, on préfère les moules rotatifs en acier au chrome et au nickel. Ces moules résisteraient à 1.500 et même 1.800 coulées. On serait facilement porté à prendre comme point de comparaison la lingotière d'aciérie qui doit résister à des variations de température analogues. Pour ces lingotières, on n'a pas encore jusque maintenant trouvé de meilleure fonte que la fonte hématite. Les essais que l'on a faits ont montré qu'avec cette fonte, les moules rotatifs donnaient aussi de bons résultats.

Digitized by Google

La manœuvre des machines rotatives pour couler les tuyaux se fait d'un point commun; ce qui est ici important c'est la mise en route à temps du déplacement longitudinal. C'est de ce mouvement que dépend l'épaisseur des parois. Pour se rendre indépendant du plus ou moins d'adresse des machinistes, on a imaginé en France de rendre ce mouvement automatique en se servant du courant électrique. Pour cela, à l'extrémité du chenal, on a placé un fil intercalé dans un circuit. La fusion du fil par la première fonte sortant du chenal ferme un second circuit qui met en route le moteur actionnant le déplacement longitudinal. Quand ce déplacement est terminé, le moteur est naturellement déclanché automatiquement. Cette invention comprend encore d'autres accessoires pour la coulée centrifuge sans cependant renfermer aucune nouveauté importante.

Résumé. — Cet article décrit et critique les procédés de coulée centrifuge publiés ces derniers mois. Ils se sont montrés comme étant des retours à des procédés de travail connus depuis longtemps en ajoutant de nouvelles idées qui n'ont cependant aucune relation avec la coulée centrifuge. (*Stahl und Eisen*, 9-7-25.)

E. Poncelet.

Mécanique

Porte-outils à lames circulaires. — Ces dernières années on a fait de nombreuses recherches pour diminuer les frais dans le travail et le finissage du bois demandé pour les constructions. Les ingénieurs spécialisés dans les machines travaillant le bois ont fait tous leurs efforts pour en augmenter le rendement, la sûreté et la facilité de travail. Dans certains cas, il en est résulté un changement complet dans la construction, dans d'autres cas, on a modifié des détails de façon à améliorer sérieusement la valeur de la machine. Ainsi comme exemple, on peut noter que dans les derniers dessins des machines à raboter, on a remplacé par des porte-outils cylindriques les porte-outils de section carrée; la raison en est que cette section circulaire permet d'aménager plusieurs lames et a aussi l'avantage de se régler avec plus d'exactitude. Récemment est apparu sur le marché un porte-outils de cette forme mais avec cette particularité curieuse qu'au lieu d'avoir des lames droites, il a des lames circulaires.

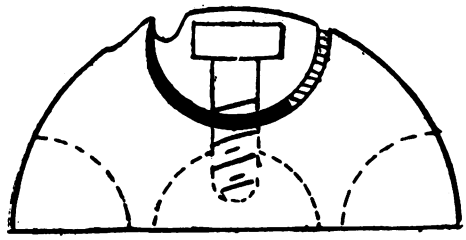


Fig. 75. — Porte-outils

D'après la fig. 75, on voit que sur le porte-outils on a creusé des entailles circulaires pour les lames; et dans ces entailles on loge les lames et les maintient en place au moyen de contre barreaux qui portent une rainure longitudinale voisine de l'arête de coupe de la lame. Elle permet d'enlever facilement les copeaux. On fixe le contre barreau au moyen de solides boulons. Le grand avantage de ces lames circulaires c'est la facilité et l'exactitude avec lesquelles on les monte. Par suite on gagne beaucoup de temps dans leur montage.

Dans sa position habituelle, la lame est disposée pour tailler dans du bois dur; il suffit de tourner un peu la lame pour lui donner un autre angle convenant pour un autre travail. Généralement on fait les lames en acier au carbone mais pour un travail rapide de rabotage, et pour des machines travaillant d'une façon continue, on adopte l'acier au tungstène qui conserve mieux son mordant. Un autre avantage de ce porte-outil, c'est d'être parfaitement balancé, il n'y a ainsi aucun inconvénient dans le travail à grande vitesse.

On peut faire ces porte-outils avec 4 ou 6 lames. On peut aussi les adapter facilement à des machines déjà en service, on peut par suite augmenter leur vitesse et leur production. (*Engineering*, 9-10-25.) E. P.

Culture coloniale

La production du coton en Algérie. — L'Algérie compte en 1925 5.000 hectares de terrains où le coton est cultivé, contre 2.000 en 1924. On estime à plus de 50.000 hectares les terres à coton de ce territoire. D'après des observations faites sur place par M. Marcel Rigotard les variétés cultivées sont les variétés égyptiennes principalement. Elles donnent une fibre très appréciée.

Des stations expérimentales sont établies à Ferme Blanche, 10 km. de Perrégaux (Oran) et à Orléansville (Alger). Elles sélectionnent, étudient les méthodes de culture, distribuent des semences.

Les études faites par M. Marcel Rigotard montrent que le cotonnier vient bien sur des terrains salés, même à une dose nuisible pour les autres cultures : ainsi il a été institué un service d'étude des sols au point de vue de leur teneur en sel, et l'on pourra tirer parti d'espaces non encore mis en valeur.

Dans certains centres comme celui de Perrégaux (barrage de l'Habra) on peut irriguer le coton, mais en certaines situations on fait une culture sèche du coton, sur terrains défoncés à 70 ou 80 centimètres de profondeur. Si cette dernière méthode donne de bons résultats, cela permettra de donner une extension considérable aux plantations de cotonnier.

On étudie la culture du coton non seulement dans les régions chaudes et sèches mais encore sur les plateaux de 500 à 900 m. d'altitude. Si l'on peut sélectionner des variétés pouvant éviter les froids précoces, on pourra y étendre le cotonnier.

Tout ceci sommairement indiqué suffit à montrer qu'en pleine France d'outre Méditerranée cette matière première peut parfaitement être produite en quantité importante et selon toutes probabilités elle le sera.

L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. L. Mangin, E. Haug, E. Fournier, L. Joubin, M. Brillouin, G. Bertrand et E. Fichot sont désignés pour constituer, conjointement avec le Bureau de l'Académie, la Commission chargée de choisir un candidat au prix Albert Ier de Monaco à décerner en 1926.

Nous rappelons à ce sujet que le prince Albert Ier a légué une somme de 1 million pour la création d'un prix biennal dont le sujet est laissé au choix de l'Académie.

Académie des Sciences morales et politiques. — L'Académie, dans sa séance publique annuelle du 19 décembre 1925,

Digitized by Google

présidée par M. Pierre Janet, a attribué le prix Estrade Delcros, décerné successivement par chacune des cinq Académies, au Dr Gustave Le Bon, pour celles de ses œuvres qui rentrent dans l'ordre des études de l'Académie, œuvres qui ont débuté en 1881 avec l'*Homme et les Sociétés* et se sont poursuivies jusqu'en l'année 1923, à la fin de laquelle a paru le *Déséquilibre du Monde*.

Nous ne pouvons citer ici les nombreux ouvrages qui ont paru dans ce cycle de quarante-deux ans, indépendamment de ceux d'ordre purement scientifique, et qui ont valu à leur auteur une renommée universelle.

M. Pierre Janet a rappelé qu'un des ouvrages qui a surtout contribué à répandre le nom du Dr Le Bon est la *Psychologie des foules* : « Dans son *Evolution des peuples*, l'auteur avait montré que l'ensemble des caractères communs imposés par le milieu et l'hérédité à tous les individus d'un peuple, constitue l'âme de ce peuple, et que ces caractères sont très stables. Il établit dans la *Psychologie des foules* que, lorsque sous des influences diverses, un certain nombre d'hommes se trouvent momentanément rassemblés, l'observation démontre qu'à leurs caractères ancestraux s'ajoute une série de caractères nouveaux, fort différents parfois de ceux de la race, et que leur ensemble constitue une âme collective puissante mais momentanée. »

Les ouvrages du Dr Le Bon ont été traduits dans toutes les langues, a dit M. Janet, et ont exercé une action profonde sur l'élite des principaux pays. Cette considération dont ils sont entourés et leur importance considérable ont seules, a-t-il ajouté, déterminé les suffrages de l'Académie.

Académie d'Agriculture. — M. L. Tardy est élu membre titulaire dans la section d'économie, statistique et législation agricoles.

Écoles vétérinaires. —.Deux concours d'agrégation seront ouverts à l'École Vétérinaire de Lyon le 9 mai 1927 pour le 4e enseignement prévu par le décret du 28 juillet 1925 : agronomie, botanique et hygiène, et le 16 mai 1927, pour le 5e enseignement prévu par le même décret : pathologie générale et anatomie pathologique.

Pour tous renseignements s'adresser aux directeurs des Écoles vétérinaires.

Congrès archéologique de Syrie et de Palestine. — Un congrès archéologique qui se tiendra successivement à Beyrouth, Damas et Jérusalem, s'ouvrira le 8 avril 1926. Au cours de ce congrès, dont on ne saurait trop signaler l'importance, on visitera les principaux chantiers de fouilles et les sites historiques : Tripoli, Byblos, Sidon, Baalbec, Palmyre, Tibériade, Megiddo, Jérusalem, Djérash et éventuellement Péka.

En principe trois sections sont prévues pour les travaux du Congrès : 1° Préhistoire et Ethnographie ; 2° Antiquité ; 3° Moyen-Age et Temps modernes.

Les Congressistes qui se proposent de faire une ou plusieurs communications devront en envoyer le titre à Beyrouth (à l'adresse indiquée plus loin), en mentionnant dans laquelle des trois villes : Beyrouth, Damas et Jérusalem, ils désirent en donner lecture ; ils joindront, en outre, à leur lettre un résumé de leurs communications.

Le montant de l'inscription au Congrès est fixé à 50 francs.

Le départ de Marseille le 24 mars, par la ligne Nord, et 30 mars, par la ligne Sud. S'inscrire le plus tôt possible à la Direction des Messageries Maritimes qui accordera, pour le passage sur ses lignes de Syrie, une réduction de 50 % aux délégués officiels et une réduction de 50 % sur le net (nourriture non comprise) aux autres congressistes.

Le montant de l'inscription, ainsi que la correspondance, doivent être adressés soit à M. le Chef du Service des Antiquités et des Beaux-Arts, Haut-Commissariat, Beyrouth, soit à M. le Délégué du Haut-Commissaire en Syrie, 156, rue de l'Université, Paris (VIIe).

Société Physico-Mathématique de l'Université de Kazan. — La date de la découverte de la *Géométrie Non-Euclidienne*, par M. I. Lobacewski a été célébrée le 25 février 1926.

Congrès de Chimie pure et appliquée de Palerme. — Du 23 mars au 2 juin, l'Association italienne de la Chimie pure et appliquée, dont le siège est à Rome, tiendra à Palerme son deuxième Congrès national.

Le centième anniversaire de la naissance de Stanislas Cannizzaro sera célébré à la même époque.

Direction des Travaux de Paris. — La Ville de Paris ouvre un concours en vue de l'établissement de passages souterrains. Les primes mises à la disposition du jury s'élèveront à 100.000 francs. Les étrangers pourront être admis à concourir. Les demandes d'inscription à ce concours seront reçues jusqu'au 31 mars inclus et les concurrents devront effectuer le dépôt de leurs projets avant le 30 juin 1926.

Pour tous renseignements s'adresser au Secrétariat de la Direction des Travaux de Paris, 98, quai de la Rapée.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Facultés. — Les professeurs titulaires d'une chaire dans une Faculté d'une Université des départements, qui ont été ou seront nommés Maîtres de conférence, Chargés de cours ou Agrégés dans les Facultés de l'Université de Paris, peuvent être nommés Professeurs sans chaire dans ces Facultés, suivant le décret du 4 janvier 1921, sans entrer en compte pour la fixation, dans chacune de ces Facultés, du nombre maximum de professeurs sans chaire prévu par l'article 2 dudit décret (*J. O.*)

Université de Paris. — *Ecole normale supérieure.* — Les programmes de mathématiques, de physique et de chimie du concours de 1926 pour l'admission à l'École normale supérieure et l'obtention des bourses de licence, en ce qui concerne le groupe I de la section des sciences, seront les mêmes que ceux du concours de 1926 pour l'admission à l'École polytechnique. (*J. O.*)

— *Soutenance de thèse.* — M. Kharbush a soutenu le 11 février une thèse de doctorat ès-sciences d'Université sur les « Recherches cytologiques sur la résistance des céréales à la rouille jaune (*Puccinia glumarum*) ».

Muséum d'Histoire naturelle. — M. le professeur A. Gruvel ouvrira son cours le lundi 1er mars à 17 h. 15 dans l'Amphithéâtre Cuvier et le continuera, à la même heure, les lundi et jeudi de chaque semaine.

Le professeur traitera de l'*Industrie des pêches dans nos petites colonies*. (Projections fixes et vues cinématographiques.)

École Polytechnique. — Les compositions pour le concours d'admission, pour 1926, commenceront le jeudi 10 juin. Elles seront faites sur les mêmes sujets simultanément dans tous les centres des examens écrits : Alger, Amiens, Besançon, Bordeaux, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon, Douai, Grenoble, La Flèche, Lille, Lyon, Marseille, Metz, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Nîmes, Orléans, Paris, Poitiers, Reims, Rennes, Rouen, Saint-Étienne, Strasbourg, Toulouse, Tours, Versailles.

Les examens oraux commenceront le mercredi 23 juin ; ils auront lieu à Paris pour tous les candidats. (Pour tous les renseignements relatifs au concours, voir le *Journal Officiel* du 4 février 1926.)

Conservatoire national des Arts et Métiers. — MM. G. Hersent et Herdner, anciens présidents de la Société des Ingénieurs civils, sont nommés membres du Conseil de perfectionnement, en remplacement de MM. Léon Lévy et Fayol, décédés.

Institut national agronomique. — Le droit d'inscription,

Digitized by Google

en ce qui concerne le concours d'admission, est porté de 50 à 70 francs, à partir du 1er janvier 1926.

École Bréguet. — Par arrêté ministériel, en date du 25 janvier 1926, le Diplôme de l'École Bréguet prend désormais le nom de Diplôme d'Ingénieur des Industries Électro-Mécaniques et les promotions régulières seront insérées au *Journal Officiel*.

Université de Strasbourg. — M. Chaput, professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Dijon, est nommé professeur de géologie et paléontologie à la Faculté des sciences de Strasbourg, en remplacement de M. Gignoux, appelé à d'autres fonctions.

Faculté libre des Sciences de Lille. — M. A. Witz, doyen honoraire, est mort le 25 janvier dernier. Il était, depuis 1907, membre correspondant de l'Académie des Sciences, dans la section de Mécanique.

M. A. Witz laisse d'importants et nombreux travaux sur la thermodynamique et l'électricité. Il s'était attaché tout particulièrement à l'étude des gaz des hauts-fourneaux et du gaz à l'eau, ainsi qu'à leur utilisation.

Écoles de plein exercice de Médecine et de Pharmacie. — Les Écoles de plein exercice de Marseille, de Nantes et de Rennes sont autorisées à faire subir les examens correspondant à la quatrième année d'études en vue du doctorat en médecine. L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 janvier 1926 (fin)

ZOOLOGIE. — *A. Vayssière.* — **Sur la position systématique du genre *Erato*, Mollusque Gastéropode Prosobranche.**

Les *Erato* doivent être mis dans la famille des Cyprœidés, plus spécialement à côté du genre *Trivia*. Il y a, entre ces deux genres, non seulement une grande ressemblance dans la structure des pièces radulaires, mais aussi dans celle de divers autres organes : osphradium, ganglions pédieux et mâchoires.

GÉOLOGIE. — *Jean Gandillot.* — **Sur la présence d'un lit de houille dans les terrains métamorphiques au sud de Limoges.**

Cet affleurement se rencontre au milieu d'un massif éruptif désigné sur la carte sous le nom de leptynite, et est séparé de ce dernier par une mince bande de schistes métamorphiques. La houille elle-même se présente suivant une orientation SSE-NNW, celle des plis armoricains de la région. L'auteur a pu en repérer l'affleurement à des points distants de 150 mètres environ, la puissance de la houille ne dépassant pas 8 à 10 centimètres.

— *P. Fallot* et *R. Bataller* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la tectonique des montagnes entre Montalban et le littoral de la province de Castellon (Espagne).**

Dès le sud de Montalban, les plis affectent presque uniquement la puissante série de Calcaires à *Toucasia*, de couches continentales et de niveaux à Orbitolines qui forme le Crétacé inférieur. Ce n'est que localement que des lambeaux de Cénomanien, de Maëstrichtien ou de Tertiaire y ont été conservés.

Dans la région de Montalban-Utrillas, les auteurs estiment qu'il n'y a pas de charriages au sens étroit du terme. Tous les contacts anormaux observés peuvent s'interpréter comme des plis-failles ou des plis faiblement déversés ou couchés.

Dès le sud d'Aliaga, les accidents prennent la direction NNW-SSE et dessinent une série de plis parallèles.

BOTANIQUE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). — **Méthodes et résultats dans l'hybridation des Lins à fibres.**

Depuis 1919, l'auteur réalise chaque année environ une centaine de pollinisations illégitimes de Lins à fibres. Au début de ses études, la moyenne des graines hybrides obtenues d'une fleur artificiellement fécondée était inférieure à 2 ; en 1925, malgré les conditions climatériques peu favorables, elle a dépassé 8 (maximum possible : 10).

M. Blaringhem ayant constaté qu'à Bellevue l'ouverture des fleurs a lieu entre 6 h. 30 et 7 heures, par matinée chaude, entre 7 h. 30 et 8 heures, par matinée tempérée sèche, entre 8 heures et 9 heures par temps couvert ou humide, il a profité du quart d'heure précédant l'ouverture pour castrer. Les lots d'étude ont été cultivés parallèlement au plein soleil et à l'ombre ; le retard de 20 à 30 minutes de l'ouverture des fleurs à l'ombre laisse une marge suffisante pour la castration et la pollinisation de 20 à 30 fleurs avec du pollen frais.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mlle Laura Kaufman* (prés. par M. Henneguy). — **La croissance du corps e des organes du Pigeon.**

En prenant comme unité le poids du Pigeon après son éclosion, on voit que son poids augmente pendant le premier mois de 22 unités, tandis qu'après les deux mois suivants, il ne s'accroît que de 2,6 unités, et le poids d'un vieux Pigeon est de 4,5 unités plus grand que celui du jeune oiseau de trois mois.

La croissance du cœur est tout à fait analogue à celle du corps entier. Le poids du foie, du pancréas, du tube digestif, des reins, aussi bien que des surrénales et de la rate n'augmente que pendant les premiers 21 à 28 jours. Après cette période de croissance rapide, non seulement le poids relatif, mais même le poids absolu de ces organes diminue considérablement.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Variations de l'inuline chez le Topinambour greffé.**

L'auteur a étudié, d'une part, la répartition de l'inuline dans les tubercules des tissus aériens du Topinambour et, d'autre part, les proportions relatives de cette substance dans les tubercules souterrains provenant, soit d'olodibioses, soit d'hyperbioses variées, effectuées en 1923 et en 1924. Il a constaté que l'inuline était très abondante dans les tubercules provenant des olodibioses d'*Heliopsis* et de divers *Helianthus* vivaces. Elle était beaucoup moins abondante dans les tubercules des olodibioses de Soleil annuel. Chez des greffes d'*Ambrosia trifida* sur Topinambour, les tubercules, quoique bien formés, ne contenaient plus d'inuline. Dans les hyperbioses, on observe des phénomènes de même ordre.

ANATOMIE COMPARÉE. — *F. Granel* (prés. par M. Henneguy). — **Signification morphologique et fonctionnelle de la pseudobranchie des Poissons.**

La fonction de la pseudobranchie n'est pas unique ; la pseudobranchie n'est pas seulement une glande vasculaire sanguine, comme elle paraît l'être indubitablement chez les Téléostéens, mais c'est en même temps un réseau vasculaire dont les connexions avec le système artériel de la tête indiquent qu'il peut jouer un certain rôle dans la régulation de la pression sanguine.

Chez les Sélaciens et la plupart des Ganoïdes où la pseudobranchie ne paraît jouer aucun rôle au point de vue glandulaire, elle a une valeur indubitable comme organe de dérivation du courant sanguin céphalique.

Digitized by Google

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* (prés. par M. Roux). — **Sur l'invisibilité de certains floculants.**

En ajoutant au sérum amidonné toxique une quantité de sucre suffisante pour porter sa densité à 1050, addition qui, par elle-même, n'exerce aucune influence sur les propriétés sériques, il devient impossible de supprimer la toxicité par la centrifugation. L'hypothèse d'un floculat extrêmement ténu et possédant des constantes optiques très voisines de celles du sérum lui-même paraît, pour le moment, seule capable d'expliquer les faits constatés.

IMMUNOLOGIE. — *Mme Phisalix* (prés. par M. L. Bouvier). — **Pouvoir rabicide du sang du Hérisson et pouvoir vaccinant contre l'inoculation intracérébrale de virus rabique du mélange neutre virus-sérum inoculé dans l'encéphale.**

Le sérum de hérisson adulte neutralise *in vitro* le virus rabique dans les proportions de 2 cm³ 5 de sérum pour 1 centimètre cube d'émulsion centésimale de virus fixe. *In vivo*, il s'oppose chez le hérisson à l'évolution régulière du virus inoculé.

Le mélange neutre virus fixe-sérum de hérisson, introduit dans l'encéphale du lapin, le vaccine fortement contre l'épreuve intracérébrale de virus fixe, contrairement aux autres mélanges neutres jusqu'ici essayés de virus et de sérums antirabiques.

BACTÉRIOLOGIE. — *H. Violle* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Du pouvoir antiseptique de la chloropicrine.**

Les solutions aqueuses saturées de chloropicrine (1 gr. 6 par litre) ont un pouvoir antiseptique élevé. La quantité de chloropicrine nécessaire à ajouter à une solution stérile, pour que cette dernière conserve sa stérilité, après ensemencement de microbes et mise à l'étuve à 37°, est de l'ordre de $\frac{1}{41.000}$ à $\frac{1}{82.000}$. La quantité nécessaire à ajouter à un milieu de culture en plein développement microbien (non sporulé) pour en détruire tous les éléments, s'exerce pleinement et totalement en l'espace d'une heure. Les microbes sporulés (tels que le *B. subtilis*) sont tués après un contact de quatre heures P. GUÉRIN.

Séance du 1er février 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mandelbrojt* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Les nombres transcendants et les fonctions analytiques.**

— *Nikola Obrechkoff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la sommation des séries divergentes et le prolongement analytique.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Charles Jordan* (prés. par M. d'Ocagne). — **Développements nouveaux pour l'application du théorème de Bernouilli.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *V. Nechville* (prés. par M. H. Andoyer). — **Sur une nouvelle forme d'équations différentielles du problème restreint elliptique.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Sur la perturbation magnétique du 26 janvier à l'Observatoire de Meudon.**

Les perturbations magnétiques terrestres sont en relation avec les taches solaires, toutefois l'action exacte exercée par une tache isolée n'a pas encore été reconnue. Or, le 26 janvier, au moment même de la perturbation, deux forts groupes de taches, visibles sans lunettes, étaient présents dans la partie ouest du disque ; ils avaient traversé le méridien central, l'un le 22 janvier à 6 h. 30 m. et l'autre le 24 janvier vers 6 heures. Ce dernier groupe formé d'une petite tache et d'une tache très grosse et complexe qui la suit est probablement la cause du phénomène.

En même temps que se produisait la perturbation magnétique, on a remarqué que l'intensité des ondes reçues par T. S. F. a été de beaucoup supérieure à la moyenne.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Ch. Maurain* et *L. Eblé* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur l'orage magnétique du 26 janvier 1926.**

Le phénomène du 26 janvier a fait subir aux éléments magnétiques, à l'Observatoire du Val Joyeux, d'abord une petite variation à 15 h. 32 m. ; puis à 16 h. 20 m. ont commencé des variations d'une grande amplitude, qui ont continué jusqu'à environ 3 heures dans la nuit du 26 au 27. L'amplitude des variations a atteint pour la déclinaison 58' ; pour la composante horizontale 0.00445, soit $\frac{1}{44}$ de sa valeur ; pour la composante verticale 0.00140.

— *Raymond Chevallier* (prés par M. Brillouin). — **Extinction des perturbations magnétiques à la périphérie de l'Etna.**

Les observations faites par l'auteur dans le massif de l'Etna l'amènent à conclure que : 1° l'action globale du massif apporte à la déclinaison normale 6,4 grades, une perturbation minimum à Catane (— 0,35 grade), maximum à Randazzo (+ 0,35 grade) et variant régulièrement dans l'intervalle ; 2° le champ pouvant produire cet écart est bien de l'ordre de celui prévu à partir de l'aimantation connue des laves de l'Etna ; 3° étant donné la petitesse de l'action globale du massif, la déclinaison moyenne figée dans les laves d'une coulée, fournit pratiquement la déclinaison normale hors du volcan, quelle que soit la situation géographique du courant.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Jean Dufay* (prés. par M. A. Cotton). — **Polarisation de la lumière du ciel nocturne.**

Dans une Note antérieure (*C. R.* 176, 1923, p. 1290) l'auteur a montré que le spectre du ciel nocturne était identique au spectre solaire dans les régions bleue, violette et ultraviolette, seules étudiées. Il résulte des observations nouvelles qu'une partie au moins de la lumière du ciel nocturne provient effectivement d'une diffusion de la lumière solaire.

La polarisation est si faible que l'on est tenté d'attribuer la diffusion, hors de l'atmosphère, à de grosses particules plutôt qu'à des molécules gazeuses. Il s'agit peut-être d'une extension de la lumière zodiacale sur le ciel entier.

ÉLECTRICITÉ. — *Jean Fallou* et *A. Mauduit* (transm. par M. Blondel). — **Entretien d'une oscillation libre non sinusoïdale par résonance de l'un de ses harmoniques.**

Les auteurs montrent que la tension transitoire provoquée dans un circuit, aux bornes du condensateur, par la fermeture de l'interrupteur, peut être entretenue si la pulsation de l'un de ses harmoniques coïncide avec celle de la source. Ils ont pu entretenir ainsi, dans un circuit alimenté à 50 périodes, soit la fréquence fondamentale $\frac{50}{9}$, soit la fréquence fondamentale $\frac{50}{4}$, soit dans des conditions de stabilité de fréquence $\frac{50}{3}$. Ils ont fondé sur ce principe, un démultiplicateur de fréquence ferromagnétique, dont ils indiquent le dispositif et le fonctionnement.

— *A. Blondel.* — **Sur la réversibilité des multiplicateurs de fréquence à noyau de fer.**

MM. Fallou et Mauduit ont, par leurs expériences, démontré la réversibilité du multiplicateur de fréquence ferromagnétique en démultiplicateur. L'auteur démontre également que cette reversibilité est théoriquement évidente *à priori*, pour des raisons d'ordre purement mathématique.

Il fait aussi observer que le fonctionnement en démultiplicateur présente vraisemblablement moins de stabilité qu'en multiplicateur et que les désamorçages doivent se produire plus facilement quand on augmente la charge dans le débit du circuit d'utilisation.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Royer* (prés. par M. Termier).

Digitized by Google

— **Sur les orientations mutuelles de cristaux déterminées par la seule coïncidence d'une maille plane des deux espèces.**

Dans les cas observés par l'auteur, c'est uniquement l'identité de deux mailles planes qui détermine l'orientation mutuelle. Non seulement dans le phénomène d'orientation mutuelle, qui se rattache intimement à la croissance du cristal homogène et à celles des cristaux mixtes, la nature chimique des atomes n'intervient que très peu ou pas, et la pure coïncidence géométrique des nœuds joue le rôle principal sinon unique, mais cette coïncidence peut parfois se réduire à une question de géométrie plane dans le plan d'accolement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Thomas* et *Mlle Marie Sibi* (prés. par M. Roux). — **Contribution à l'étude de la structure des gelées.**

Les auteurs ont obtenu la cristallisation de l'acétal de sorbite en recouvrant d'une couche d'acétone, le gel transparent, préalablement obtenu. Le même résultat est donné par l'alcool ordinaire ou méthylique, l'éther, l'éther acétique, la pyridine. Cette cristallation de l'acétal n'avait pas encore été réalisée.

— *Etienne Audibert* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur le mécanisme de la fusion de la houille.**

La température où commence la transformation pyrogénée est toujours inférieure à celle où commence la fusion, c'est-à-dire entre 325° et 450°. Toutes les houilles renfermant plus de 14 à 15 % de matières volatiles fondent sous l'action d'un chauffage brusque. Quant une houille est chauffée progressivement à une vitesse déterminée, la température du début de fusion s'élève et la fusion devient de moins en moins complète au fur et à mesure que l'échauffement est plus lent ; au-dessous d'une valeur donnée de la vitesse d'échauffement, la fusion cesse de se produire. Pour toutes les houilles employées à la fabrication du coke métallurgique, la vitesse d'échauffement au-dessous de laquelle la fusion ne se produit plus est inférieure à 1° par minute.

— *Louis Grenet* (prés. par M. G. Charpy). — **Sur les états quasi limites dans les corps cristallisés.**

A la pression π et à la température 0, les phases α et γ, du diagramme de Duhem, qu'elles soient cristallisées ou amorphes, ont même potentiel thermodynamique total, même entropie, même valeur de la somme EU + PV, E représentant l'équivalent mécanique de la chaleur, P la pression U et V l'énergie interne et le volume de l'unité de masse. Les courbes représentant le potentiel thermodynamique des phases en fonction de la température sont tangentes pour la température 0 (point M). Lorsque dans le voisinage de ce point M les propriétés des phases distinctes α et γ tendent à se rapprocher, elles tendent vers un état quasi limite ou voisinage duquel on rattache l'existence des anomalies de propriété des phases α et γ cristallines.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard* et *F. Chambret.* — **Sur la coupure cétonique des alcools tertiaires.**

La méthode décrite par les auteurs paraît pouvoir donner, dans beaucoup de cas, d'excellents rendements surtout en opérant dans le vide. Elle pourra parfois être utilisée, pour la préparation de cétones lorsqu'il sera plus facile de se procurer l'alcool ROH que l'acide RCO^2H. Elle peut, en outre, fournir un moyen de déterminer les « capacités affinitaires » relatives des différents radicaux soudés au carbinol, le radical le plus faiblement attaché étant celui qui part à l'état d'hydrocarbure.

— *Ch. Courtot* et *Jan Krolikowski* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Nouvelle préparation de l'α-indanone.**

On oxyde de l'α-chloroindane au moyen d'acide sulfurique à 50 % et de bichromate de soude à 50 %, à la température de 55-57° et on obtient ainsi l'α-indanone, avec un rendement de 90 à 95 % de la théorie.

— *Pastureau* et *Mlle Zamenhof* (prés par M. Béhal). — **Sur la préparation de la propylidène et de l'isoamylidène acétone, en passant par les cétols correspondants.**

Les auteurs ont employé la méthode d'aldolisation décrite par M. Grignard, en 1907. On aldolise le mélange d'aldéhyde et d'acétone en solution éthérée et refroidie, par une solution de soude et on isole le cétol intermédiaire qui est ensuite déshydraté. Ils ont ainsi obtenu pour la propylidène acétone un rendement de 54 % par rapport à l'aldéhyde proprionique et pour l'isoamylidène acétone un rendement de 63 % par rapport à l'isovaléral. L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *P. Lavialle* (prés. par M. Guignard). — **Sur le polymorphisme de l'androcée chez *Knantia arvensis* Coult.**

Knantia arvensis présente trois catégories de fleurs : 1° fleurs à étamines courtes, incluses dans le tube corollin même après l'épanouissement, indéhiscentes, à protandrie très accentuée ; 2° fleurs à étamines longues, courbées au milieu du filet de façon à porter l'anthère vers le style, sous le stigmate, se déployant après l'épanouissement, pourvues d'une assise mécanique unique très différenciée, déhiscentes ; 3° fleurs mixtes qui contiennent, à la fois, des étamines longues et courtes. Ces fleurs sont réparties de telle façon qu'on peut rencontrer trois catégories importantes de capitales.

— *Pierre Lesage* (prés. par M. Guignard). — **Sur la carnosité des cotylédons et la forme buissonnante de la tige héritées dans le *Lepidium sativum* salé.**

La salure a provoqué la carnosité des cotylédons et cette carnosité, en même temps que la forme dodue résultante, s'est montrée héréditaire jusqu'à la quatrième génération non salée, en 1925. La forme buissonnante de la plante s'est également maintenue au moins jusqu'à la quatrième génération.

— *François Pellegrin* (prés. par M. H. Lecomte). — **Les affinités de la flore des sommets volcaniques du Tibesti (Afrique centrale).**

La flore du sommet de l'Emi-Koussi, dans le massif du Tibesti est composée principalement de : *Reseda villosa* Coss., plante méditerranéenne, largement distribuée dans la région désertique jusqu'au Soudan et jusqu'à Tombouctou ; *Globularia Alypum* L., plante méditerranéenne, surtout orientale, signalée aux pays des Touaregs ; *Senecio gallicus* Chaix, de l'Europe centrale ; *Silene villosa* Forsk., de la région méditerranéenne jusque dans le Sahara soudanais ; *Solanum nigrum* L., *Rumex vesicarius* L., des régions désertiques de la Nubie principalement.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *R. Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Ombellifères. Développement de l'embryon chez le *Carum Carvi* L.**

L'embryon du *Carum Carvi* L. se développe selon des processus très étroitement comparables à ceux qui ont été observés chez certains *Solanum*, le *Linum catharticum* et surtout le *Sherardia arvensis*. Ainsi, au point de vue du développement de l'embryon, la grande famille des Ombellifères viendrait se placer dans le voisinage immédiat des Rubiacées.

CYTOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Indices cytologiques de la présence de cholestérine dans l'œil normal.**

Les observations de l'auteur révèlent un élément lipoïdique constant dans les tissus transparents de l'œil normal et les données de la pathologie oculaire (arc sénile, cataracte) portent à croire que c'est la cholestérine, seule ou associée à d'autres corps gras. La transparence d'un tissu serait phase continue cholestérienne et son opacité phase dispersée.

Digitized by Google

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Wolff* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur la présence dans divers champignons d'une oxydase qui n'a pas encore été signalée.**

Il existe, dans un certain nombre de champignons, une oxydase non encore signalée qui accompagne la laccase et la tyrosinase et qui a la propriété de porter l'oxygène de l'air sur les sels ferreux à acides organiques contenus dans les vins ainsi que sur des solutions très étendues de malate ferreux. Cette oxydase doit être très répandue dans le règne végétal. L'auteur propose de la nommer *ferrose*. Ses extraits pauvres en laccase et riches en ferrase provenaient de champignons variés (*Russula fœtens*, *Russula emetica*, *Lactaires*).

MÉDECINE. — *G. Leveré* et *Emile Coudert* (prés. par M. d'Arsonval). — **Données nouvelles sur la pathogénie et la thérapeutique des vomissements incoercibles de la grossesse.**

Les vomissements incoercibles de la grossesse sont le plus souvent provoqués par l'aérophagie, associée ou non à une dilatation gastrique avec ptose ou à une dyspepsie aggravée par la grossesse.

Ces vomissements sont le plus souvent curables, même dans les cas les plus graves. La thérapeutique utile repose sur la diététique (réalimentation graduelle et progressive), sur l'emploi de médicaments calmant le plexus solaire (bromure de sodium et carbonate de bismuth), sur le traitement de la ptose gastrique (décubitus en attitude spéciale, siège relevé), sur le traitement de l'aérophagie dans ses plus petits détails.

— *Georges Mouriquand* (prés. par M. Vidal). — **Syndrome pellagreux. Sa réalisation expérimentale.**

Deux catégories d'expériences ont été instituées qui établissent que l'alimentation à base de maïs complet ou non ne détermine généralement la pellagre que chez les sujets soumis à une subinanition de misère.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *L. Auger* (prés. par M. E. Leclainche). — **Réalisation expérimentale de la fièvre vitulaire.**

La fièvre vitulaire est une maladie qui apparaît sur les vaches récemment accouchées ; elle est caractérisée par une torpeur progressive aboutissant à un collapsus grave, avec hypothermie.

Les recherches sur l'insuline ont montré que les injections de cette substance, en provoquant l'hypoglycémie, aboutissent souvent à des troubles convulsifs et comateux. De là à relier le syndrome vitulaire à une hypoglycémie possible il n'y avait qu'un pas. L'hypothèse formulée a reçu une première confirmation expérimentale d'une indubitable netteté. Par injection d'insuline, l'auteur a reproduit les phénomènes de collapsus caractéristiques de la fièvre vitulaire.

P. GUÉRIN.

Séance du 8 février 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *André Bloch* (prés. par M. Hadamard). — **Quelques théorèmes sur les fonctions entières et mésomorphes d'une variable.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Kyrille Popoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les lacunes que peut présenter une série de Taylor qui représente une fonction analytique régulière à l'infini et qui n'admet qu'un point singulier qui est un point singulier essentiel.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Eugène Barré* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur la théorie des fourneaux de mine.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Léon Brillouin* (prés. par M. Marcel Brillouin). — **Les spectres de rotation dans la nouvelle mécanique des quanta, avec le calcul des matrices.**

L'auteur a employé une nouvelle méthode indiquée récemment par Heisenberg, Born et Jordan pour formuler une mécanique quantifiée, dans le but de retrouver les formules de Deslandres dans les spectres de vibration et de rotation. Sa démonstration repose sur des équations.

THERMODYNAMIQUE. — *André Pignot* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'inflammation adiabatique des mélanges carburés.**

Les expériences ont porté sur l'hexane, l'heptane et l'octane normaux ; sur le cyclohexane ; sur le benzène, le toluène, le métaxylène, le mésitylène, sur l'alcool éthylique. Les formes des courbes obtenues différencient très nettement les carbones aromatiques des carbones saturés.

Des expériences relatives à l'action possible des corps connus pour leurs propriétés antidétonnantes, ont été commencées sur le cyclohexane, avec addition de 10 % de toluidine ou de 5 % de sulfure d'éthyle. Ces deux corps, signalés comme des antidétonnants très actifs, n'ont qu'une influence négligeable sur les courbes caractéristiques.

POUVOIR ROTATOIRE. — *René Lucas* (prés. par. M. Cotton — **Sur le pouvoir rotatoire du camphre.**

L'auteur a montré précédemment (*C. R.* 181, 1925, p. 45) que les pouvoirs rotatoires du camphre changent suivant les divers solvants, phénomènes qu'il a interprétés en disant que le camphre peut exister sous deux formes moléculaires de pouvoirs rotatoires et de dispersions différents, la proportion de ces deux formes étant variable d'un solvant à l'autre. De nouvelles observations lui ont permis de confirmer cette hypothèse.

En solution dans l'acide formique, le camphre présente un pouvoir rotatoire nettement inférieure à celui qu'il a en solution benzénique, et en solution dans l'acide sulfurique concentré le camphre doit pur donner des solutions lévogyres.

RADIOACTIVITÉ. — M^lles^ *Ellen Gleditsch et C. Chamié* (prés par M. Jean Perrin). — **Contribution à l'étude des propriétés chimiques du mésothorium 2 et de l'actinium.**

Les expériences effectuées par les auteurs confirment et complètent les travaux de M. Yovanovitch d'après lesquelles le mésothorium 2 suit les terres cériques et plus spécialement le lanthane, dont il doit être l'homologue. Les réactions du mésothorium 2 sont nettes et peuvent le définir comme élément chimique. Les conclusions obtenues sont applicables à l'actinium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Albert Portevin* et *Francois Le Chatelier* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur quelques propriétés physiques des alliages de magnésium ultra-légers.**

Si l'on tient compte des propriétés mécaniques qui ont été déterminées sur les alliages binaires et ternaires étudiés, les types les plus intéressants paraissent être :

Parmi les alliages binaires : ceux au nickel et au cuivre ;

Parmi les alliages ternaires : ceux à l'aluminium-nickel et à l'aluminium-cuivre.

Ils réalisent l'association la plus heureuse de la densité, de la limite élastique, de la dureté, de la conductibilité calorifique et de la dilatabilité nécessaires pour certaines applications, telles que les pistons de moteurs.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Lassieur* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'entraînement de la magnésie par l'alumine.**

L'auteur a repris les expériences de MM. Pariselle et Laud (*C. R.* 181, 1925, p. 117) sur la précipitation de l'alumine par l'ammoniaque qui, en excès, entraîne tout ou partie de la magnésie. De ces nouvelles recherches il résulte, 1° Qu'il ne faut pas précipiter l'alumine par un excès notable d'ammoniaque, sous peine d'obtenir une précipitation incomplète et d'observer, en outre, un entraînement de magnésie, quand la liqueur précipitante ne renferme pas des quantités importantes de sels ammoniacaux ; 2° Que la séparation de l'alumine et de la magnésie a lieu correctement, même en l'absence de sels ammoniacaux ajoutés, par précipitation ammoniacale,

Digitized by Google

le réactif étant ajouté jusqu'au virage bleu du bromothymol bleu, sans dépasser ce point.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Blanc* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Étude de la transformation et de l'oxydation de sesquioxyde de chrome.**

Les auteurs ont étudié l'évolution des différents oxydes de chrome avec la température. Ils ont ainsi été conduits à penser qu'il existerait deux variétés de Cr^5O^9 que l'on obtiendrait respectivement par oxydation des deux formes de Cr^2O^3. La transformation à l'air de $Cr^2O^3_\alpha$ en $Cr^2O^3_\beta$ vers 500° serait déclanchée par la transformation, vers 440° du $Cr^2O^a_\alpha$ en $Cr^5O^9_\beta$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *André Kling* et *Daniel Florentin* (trans. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'hydrogénation des substances organiques réalisée à haute température et sous pression élevée.**

Bergius, à l'inverse d'Ipatiew, a obtenu l'hydrogénation en l'absence d'un catalyseur hydrogénant, mais sans expliquer le mécanisme de la fixation de l'hydrogène.

Les auteurs ont cherché à combler cette lacune et ils sont maintenant fondés à admettre qu'en ce qui concerne la méthode d'hydrogénation, sous températures et pression élevées, que c'est l'hydrogène moléculaire qui agit sur les molécules organiques naissants, et cela à l'instant même où la molécule initiale se rompt par dissociation.

— *Tiffeneau* et *Mlle J. Lévy* (prés. par M. A. Béhal). — **Isomérisation des oxydes d'éthylène et comparaison des capacités affinitaires de quelques radicaux cycliques et et acycliques.**

L'étude de l'isomérisation des oxydes d'éthylène dissymétriquement di ou trisubstitués permet de comparer les divers radicaux substituants au point de vue de leurs capacités affinitaires. Les radicaux acycliques ont une capacité affinitaire inférieure à celle des radicaux cycliques et, parmi ces derniers, l'anisyle l'emporte sur le phényle. D'autre part, tandis que la capacité affinitaire d'un phényle augmentée de celle d'un hydrogène, est inférieure à celle de deux méthyles, elle est supérieure à celle de deux radicaux benzyles.

— *Marcel Godchot* et *Pierre Bedos* (trans. par M. Ch. Moureu). — **Sur les orthométhylcyclopentanols stéréoisomères.**

Dans des Notes précédentes (*C. R.* 174, 1922; 178, 1924; 180, 1925) les auteurs ont montré que par l'action des organo-magnésiens sur les oxydes de cyclohexène et de p méthylcyclohexène, on pouvait obtenir des alcools cyclohexaniques homologues du cyclohexanol, isomères *cis* alors que la plupart des autres méthodes donnaient des isomères *trans*. Dans cette nouvelle Note ils décrivent les résultats obtenus en partant de l'oxyde de cyclopentène, ce qui les a conduits à obtenir pour la première fois le *cis*-ortho-méthylcyclopentanol stéréoisomère de celui engendré par réduction de la cyclopentanone ortho-méthylée.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Georges Claude.* — **Sur l'explosion de Boulogne-sur-Seine.**

Cette Note est relative à l'accident récent qui a causé la mort de M. André Ribaud, le jeune collaborateur de M. G. Claude. La cause de ces explosions, qui se produisent dans des appareils fonctionnant depuis des mois ou des années, reste encore inexpliquée. M. G. Claude est amené à penser que dans le cas présent, l'explosion du récipient où s'évaporait l'oxygène liquide peut être due à une teneur exceptionnellement élevée de l'air en ozone. Il poursuit ses recherches en vue de déterminer exactement les causes de ces explosions.

AGRONOMIE. — *Ch. Brioux et J. Pien* (prés. par M. G. André). — **Action fertilisante comparée des différentes formes d'azote existant dans les nouveaux engrais azotés uréiques dérivés de la Cyanamide.**

Les auteurs ont étudié l'action fertilisante de la cyanamide par comparaison, avec celle du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque, sur le maïs et la moutarde blanche.

Le nitrate de soude l'emporte pour la proportion d'azote absorbé et le sulfate d'ammoniaque pour la quantité de matière sèche produite. La cyanamide libre produit les plantes de taille réduite et plus riches en azote que les autres; le sulfate de guanylurée est pratiquement inactif et la dicyandiamide, nettement toxique pour la moutarde blanche tandis que le maïs résista mais resta très chétif.

En résumé il faut s'efforcer d'empêcher la formation de dicyandiamide et de réduire au minimum celle de guanylurée. L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *Emile Haug.* — **Fossiles du Lias moyen recueillis par la mission Charcot au cap Stewart (terre de Jameson, Groenland oriental).**

L'auteur a pu déterminer une vingtaine de formes. Ceux des Brachiopodes et des Lamellibranches dont la détermination est précise appartiennent à des espèces qui comptent parmi les plus communes dans le Lias moyen ou qui se rencontrent ailleurs exclusivement à ce niveau.

La présence du Lias moyen sur la côte orientale du Groenland est d'une importance capitale, car le Lias marin (Rhétien exclus) n'avait pas encore été signalé, dans le bassin atlantique, au nord du cercle polaire.

— *Ch. Depéret.* — **Fouilles préhistoriques dans le gisement des Hommes fossiles de la Denise, près le Puy-en-Velay.**

L'Homme de la Denise appartient, semble-t-il, à une époque préhistorique très ancienne, sans doute le Chelléen ou même le Préchelléen. S'il en est ainsi, les Hommes de la Denise seraient les plus anciens débris humains jusqu'ici découverts en France. Malheureusement aucune découverte d'outils humains ni dans la terrasse des Rivaux, ni dans le dépôt sédimentaire de l'Ermitage ne permet de trancher définitivement cette importante question préhistorique.

— *Louis Barrabé.* — **Sur le mode de gisement et l'âge des roches éruptives de la région médiane du pays sakalave (ouest de Madagascar).**

La très grande majorité des formations éruptives de la région médiane du pays sakalave sont d'âge crétacé; elles ont constitué des dykes et des sills dans le Trias, le Jurassique et même parfois le Crétacé inférieur et des coulées superficielles qui sont interstratifiées dans le Crétacé. Aucune manifestation volcanique tertiaire ou quaternaire ne semble exister dans la région étudiée : les volcans récents qui avaient été cités ne sont, en effet, que des laccolites de gabbro ou de dolérite, intrusifs dans le Trias et dénudés par l'érosion.

— *P. Fallot* et *R. Bataller* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur l'allure d'ensemble et sur l'âge des plissements dans les montagnes du Bas-Aragon et du Maestrazgo (Espagne).**

Les montagnes comprises entre Tortosa, Montalban et Castellon-de-la-Plana offrent deux systèmes de plis. Dans ces deux systèmes, les dislocations ont l'allure de « plissements de couverture » dont le décollement de base paraît correspondre au Trias et dont l'intensité maxima s'est manifestée aux abords du bassin de l'Ebre. Nulle part, la poussée n'a donné lieu à de vrais charriages.

Les dislocations de la bordure sud du synclinal tertiaire de Montalban et celles du massif d'Alcorisa-Calanda témoignent seules d'une poussée dirigée du Sud au Nord.

— *L. Lavauden* et *M. Solignac* (prés. par M. Pierre Termier). — **Quelques résultats géologiques de la mission transsaharienne du colonel Courtot (1925).**

Les auteurs examinent dans cette Note quelques-uns des résultats obtenus sur le parcours compris entre le bord méridional du plateau de Tinghert et la lisière méridionale du Tassili des Ajjer.

Digitized by Google

Une importante série d'Ammonites a été recueillie appartenant principalement au Turonien inférieur et au Sénonien inférieur. En outre, les faunules carbonifériennes confirment l'opinion émise par M. Haug sur l'âge exclusivement moscovien et ouralien du Carbonifère du Sahara central.

La mission a également reconnu l'extension des grès éodévoniens bien connus dans le massif traversé par l'oued Imihrou.

— *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la tectonique hercynienne des Maures.**

Le mouvement pyrénéo-provençal, qui a détaché dans les Maures un système d'écailles, ne masque pas la tectonique hercynienne. Les gneiss de Bormes et de la Verne laminés, parfois écrasés, sont le noyau d'un anticlinal complexe poussé sur les micaschistes inférieurs, de l'O N O vers l'E S E. De puissants amas de mylonite ont été observés à la base de cet ensemble, puis au milieu des micaschistes inférieurs, enfin à leur base, au contact des gneiss de Saint-Tropez. Ils témoignent de l'existence de surfaces de poussée et peut-être de véritables nappes, dont l'âge antéstéphanien est démontré.

BOTANIQUE. — *C. Sauvageau.* — **Sur un nouveau type d'alternance de générations chez les Algues brunes; les Sporochnales.**

Œtmanns interprète les plantules de *Nereia* et de *Sporochnus* comme provenant de la germination des zoospores. L'auteur estime, au contraire, d'après ses observations sur le *Carpomitra Cabrerœ*, qu'elles proviennent d'un gamétophyte encore inconnu, et que les Sporochnacées présentent une alternance de générations comparable à celle qu'il a fait connaître chez les Laminaires et chez le *Dictyosiphon*, mais d'un type différent dont il donne la description.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* — **Sur le volcanisme sous-marin abyssal.**

Les volcans sous-marins manifestent entre eux, dans le degré et les conditions de leur activité (nature de leurs émanations, molettes plus ou moins chaudes, acides ou alcalines, dégagements de gaz ou de vapeur d'eau, etc.), les mêmes variétés que celles qui existent parmi les divers volcans subaériens.

L'auteur indique, pour les Atlantique Nord et Sud, les Pacifique Sud et Nord, les principales localités volcaniques abyssales situées sur le trajet suivi par le *Challenger*.

PALÉOBOTANIQUE. — *A. Renier* (prés. par M. Charles Barrois). — **La morphologie générale des Ulodendron.**

L'auteur apporte un certain nombre d'arguments en faveur de l'autonomie du genre *Ulodendron*, défendue par B. Renault et R. Zeiller sur la seule considération du coussinet foliaire. L'indépendance de ce genre s'affirmera plus nettement encore lorsque auront été précisées les analogies et les différences spécifiques d'*Ulodendron ophiurus* d'avec les *Ulodendron* déjà décrits et aussi d'avec diverses formes analogues, rattachées jusqu'ici, mais à tort, aux *Lepidodendron* et dont certaines ne sont que des cas de conservation d'*U. ophiurus*.

PHYSIOLOGIE. — *Doyon* et *I. Vial* (prés. par M. Roux). — **Isolement d'une substance anticoagulante non phosphorée extrêmement active, par l'autolyse prolongée des organes et l'alcool acide.**

Les auteurs ont isolé des tissus une substance anticoagulante non phosphorée, capable, à la dose de 1 gr., *in vitro*, d'empêcher totalement la coagulation de plus de 3 litres de sang et de retarder sensiblement la coagulation de 10 litres de ce liquide. La substance nouvelle obtenue provient peut-être des composés nucléiques (nucléines, acides nucléiques) dont elle ne serait qu'un terme de démolition.

— *Emile F. Terroine*, M^lle *Anne-Marie Mendler* (prés. par M. Henneguy). — **Influence de la nature des aliments ternaires sur la grandeur de la rétention azotée au cours de la croissance.**

Aux dépens d'une même quantité d'albumine alimentaire, l'animal fait varier dans la proportion de 1 à 4 la quantité d'albumine édifiée et cela en fonction de la quantité ingérée d'hydrates de carbone.

Une fois atteint, dans la ration, un rapport déterminé entre protéiques et hydrates de carbone, toute nouvelle adjonction hydrocarbonée reste sans effet sur la rétention azotée.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *P. Cristol, L. Hedon* et *A. Puech* (prés. par M. Widal). — **Le passage des polypeptides digestifs dans la circulation porte et leur arrêt dans le foie.**

Les résultats obtenus paraissent prouver que des polypeptides passent dans la veine porte au cours de la digestion et qu'ils sont arrêtés par le foie, puisqu'on ne les retrouve pas dans le sang artériel ou même dans le sang du cœur droit.

CYTOLOGIE. — *A. Policard* et *M. Boucharlat* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur le mécanisme des caractères favorables du plasma des animaux sarcomateux comme milieu pour la culture des tissus.**

Le plasma des animaux porteurs de sarcome expérimental (*Rat*) permet directement, sans addition d'aucune substance activante, la culture *in vitro* de tissus normaux ou pathologiques. Cherchant à préciser les mécanismes explicatifs de cette propriété singulière, les auteurs montrent que deux facteurs semblent jouer un rôle essentiel : les propriétés antiprotéolytiques du plasma, d'une part ; sa dilution, d'autre part.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'atmosphère et la prévision du temps, par M. J. ROUCH, capitaine de corvette, ancien chef du Service météorologique des Armées et de la Marine, professeur à l'École navale. In-16 de 207 p., avec 35 fig. (*Collection Armand Colin*) A. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 5 fr.

L'ouvrage est divisé en trois parties bien distinctes.

La première est consacrée à l'observation des éléments météorologiques : pression, température, état hygrométrique, insolation, nébulosité, précipitations et vent. Les méthodes et les instruments d'observation sont successivement passés en revue. L'auteur insiste, tant sur les questions pratiques que sur les notions théoriques.

Mais, les observations les plus diverses étant faites, leur comparaison permet d'arriver à une connaissance générale de notre atmosphère. C'est l'exposé de cette connaissance que comprend la seconde partie. L'auteur y étudie les variations des éléments météorologiques avec le temps : variations diurnes, variations annuelles; puis les variations dans l'espace, en altitude comme en surface, c'est-à-dire la répartition géographique des phénomènes.

La troisième partie de l'ouvrage est réservée aux applications de la météorologie. Bien qu'il ait eu, comme marin, à utiliser souvent ses connaissances météorologiques, M. le commandant Rouch n'est pas de ceux qui pensent que la prévision du temps est le but unique de la science de l'atmosphère et sa seule raison d'existence; mais, à vrai dire, c'est par ses applications qu'elle

Digitized by Google

joue un rôle social et prend chaque jour plus d'importance. Or, la prévision est l'application principale de la météorologie et, en quelque sorte, celle qui comprend et résume la plupart des autres. Aussi l'auteur lui consacre-t-il la première place. Mais ce n'est pas la seule, ainsi qu'on s'en rendra compte aisément en lisant les paragraphes qui traitent des applications de la météorologie à l'artillerie, à l'aviation, à l'agriculture.

Ajoutons que l'auteur a pu nous faire bénéficier ici de sa longue expérience personnelle et de ses propres travaux scientifiques. Nous lui savons gré d'offrir aux débutants en météorologie un guide précieux où l'originalité scientifique ne le cède en rien à la précision et à la sûreté de la méthode. Lt-Cl RENARD.

Les méthodes de prévision du temps, par M. J. ROUCH, capitaine de corvette, ancien chef du Service météorologique des Armées et de la Marine. In-8° de 280 p., avec 17 fig. (*Nouvelle collection scientifique.*) Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Cet ouvrage revêt la forme historique, mais c'est avant tout une œuvre critique dont la portée philosophique n'échappera à personne. Il comprend trois parties qui correspondent aux trois étapes par lesquelles sont passés les systèmes météorologiques.

Dans une première phase dite empirique, on a cherché à relier le temps à des influences astrales, et on a cru trouver des signes dans les apparences du soleil ou des étoiles, l'aspect des plantes et les allures des animaux. Cette manière de concevoir la prévision météorologique a régné, comme l'on pense, durant toute l'antiquité ; bien plus, elle n'a pas encore disparu puisqu'on la trouve sous forme de proverbes, enracinée dans les croyances et les traditions populaires. Nombreux sont, de nos jours, ceux qui croient aux influences de la lune. On a beau montrer que leur opinion est sans fondement sérieux, le préjugé de l'influence de la lune sur le temps demeure tenace. C'est, dit l'auteur, parce que les hommes préfèrent une explication fausse à pas d'explication du tout, et l'on abandonnera la lune lorsque les météorologistes auront apporté une règle de prévision à longue échéance qui vaudra mieux.

Avec l'observation locale des éléments météorologiques et l'emploi des instruments, la prévision du temps entre dans une seconde phase. M. le commandant Rouch montre successivement les méthodes basées sur l'observation des nuages et du vent, sur les observations barométriques locales, sur les observations de la température et de l'humidité. Chaque chapitre est accompagné de tableaux montrant comment ces méthodes étaient appliquées et peuvent même l'être encore, car il ne faut pas oublier que c'est à de telles règles que l'observateur isolé doit toujours avoir recours.

La troisième phase est celle où se trouve la météorologie d'aujourd'hui. Elle a commencé le jour où les météorologistes, cessant d'attribuer une importance prépondérante aux observations locales considérées en elles-mêmes, se sont attachés à la comparaison d'observations faites simultanément en un grand nombre de points. Les résultats de ces comparaisons, traduits en cartes météorologiques ou cartes du temps, sont le fondement de la météorologie proprement scientifique. Cette méthode, qui a servi de base aux travaux du Bureau central météorologique, en France vient d'être élargie par l'Office national météorologique qui lui donne chaque jour plus d'importance et ne néglige rien pour l'assurer.

C'est grâce aux chercheurs prudents et de bonne foi que notre connaissance de l'atmosphère s'est perfectionnée et si nous sommes encore loin d'avoir atteint le but, du moins avons-nous la quasi-certitude d'être sur la voie qui nous y conduira. C'est ce dont seront convaincus ceux qui auront lu ce livre capable, croyons-nous, de susciter beaucoup d'intérêt pour les efforts de la météorologie et d'assurer à cette science de nombreuses sympathies. Lt-Cl RENARD.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

E. Esclangon. — L'acoustique des canons et des projectiles. In-8° de 388 pages avec figures (Extrait du *Mémorial de l'Artillerie française*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

J. Milhaud. — La téléphonie automatique. In-8° de 336 p. avec 119 fig. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 35 fr.

Bouasse. — Emission, Chaleur solaire. Eclairage. Théorie de l'émission. In-8° de 438 pages avec figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 36 francs.

E. Piernet. — Théorie générale sur les courants alternatifs. Fasc. II. Les Alternateurs. In-8° de 144 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Lebedef. — Pression de la lumière. Trad. du russe par Kousmine. In-8° de 70 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Albert Nodon. — Eléments d'Astrophysique. Introduction à l'énergétique solaire et stellaire. In-8° de 240 pages avec figures. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Paul Pascal. — Synthèses et catalyses industrielles. 1fh-8° de 449 pages avec 270 figures. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

A. Boyer-Guillon. — Les véhicules automobiles. In-8° de 377 pages avec 248 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 55 francs.

Niels Nielsen. — Tables numériques des équations de Lagrange. In-8° de 400 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

L. Germain. — Faune des lacs, des étangs et des marais. (T. XX de l'Encyclopédie pratique du naturaliste). In-16 de 315 pages avec 225 figures et planches. P. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 24 francs.

Henry Blond. — Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française. Une solution nationale. In-8° de 390 pages. avec 2 cartes. Emile Larose, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Joseph Guinchant. — Les grandes étapes de la Radio. Fasc. I. Les premières découvertes. In-8° de 86 pages avec figures. Dunod éditeur, Paris.

Henri Piéron. — L'année psychologique, 25e année. In-8° de 500 pages (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

E. Korschelt. — Der Gelbrand *Dysiscus marginalis* L. 2 vol. in-8° de 860 et 964 pages avec 876 figures. W. Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 40 marks-or.

W. A. Poucher. — Perfumes, cosmetics and soaps. T. II. Treatise ou practical perfumery. In-8° de 406 pages avec 60 figures. Chapman and Hall, éditeurs, London. — Prix : 21 sh.

Le Gérant : M. HEDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 5 — 64e ANNÉE — 13 MARS 1926

LES UNITÉS ULTIMES ET LA NOTION DE L'INFINI

Du rivage magique où pour la première fois retentirent les chants épiques du grand aède, dirigeant leurs regards vers la mer immense, les premiers philosophes, Thalès, Anaximandre, Anaximène, conçurent la notion de l'Infini.

La vue de cette eau inépuisable baignant les Nymphes de l'Egée et la terre d'Ionie, de cette eau qui touche aux dernières limites du ciel, inspira à Thalès l'opinion que l'eau est l'élément générateur de l'univers. Plus tard, d'autres philosophes ajoutèrent des éléments nouveaux, si bien que l'antiquité grecque estimait à quatre le nombre de ces principes constitutifs du grand Tout.

L'air, la terre, l'eau et le feu, voilà ce dont était constitué tout corps, toute matière. Mais quelle était la composition de cette matière? La matière est-elle continue, pouvant se diviser à l'infini et en se subtilisant met-elle en contact la terre avec le ciel étoilé, ou bien au contraire est-elle constituée de particules indépendantes séparées par des vides, comme les astres dans le firmament? Ces deux théories ont été développées.

Démocrite, faisant passer la matière par le filtre de sa subtile intuition, la dissocia en ses éléments ultimes, indestructibles et incréés, infiniment petits et indivisibles, les atomes. Il fut le chef des philosophes dits atomistes.

Mais Aristote ne pouvait avec les atomes de Démocrite, qui lui semblaient bien petits, construire la majesté de la nature. Les atomes furent écrasés sous la pression de sa renommée universelle et ensevelis pendant des siècles sous le poids de son système philosophique jusqu'à l'époque de la Renaissance, où un esprit nouveau, esprit d'observation, esprit expérimental, pénétra les sciences naturelles, et remuant la poussière des siècles, ramena à la surface la théorie atomistique.

Enfin Dalton en emprunta la notion à la philosophie et, revêtant les atomes d'une forme chimique, il les présenta comme les pierres multicolores de la mosaïque des mille combinaisons chimiques. Néanmoins, ces particules constitutives d'un monde sensible restèrent toujours invisibles. Cette impuissance de la science à les isoler sous leur forme individuelle ne l'effrayait pas cependant, car elle savait qu'elles étaient si petites, si inapparentes que la conception n'en était possible que par l'imagination. Et elle le savait par une foule de preuves fournies par l'expérience.

Elle savait que les batteurs d'or réussissent à fabriquer des feuilles d'or de l'épaisseur d'un millième de millimètre (un micron). Si nous admettons qu'elles se composent d'atomes ayant comme diamètre cette épaisseur, ces atomes doivent avoir un poids tel qu'il en faudrait plus de 10 milliards pour faire un gramme. Pour les atomes de l'hydrogène qui sont deux cents fois plus légers il en faudrait deux trillions.

Mais il existe des lames minces encore beaucoup plus petites. Nous avons les bulles de savon dont l'épaisseur est presque mille fois moindre. Mille fois moindre environ doit être le diamètre des molécules très compliquées du savon et plus petit encore celui de chacun des atomes qui les composent.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

***

Cette petitesse fantastique des particules de la matière fait naître dans notre esprit une hésitation. Si loin que nous avancions dans la division de ces particules, arriverons-nous jamais à une limite? Des dimensions de ce genre échappent à notre conception et nous tendons à croire que la matière est divisible à l'infini.

Les philosophes atomistes soutiennent le contraire. Nous ne savons pas, disent-ils, jusqu'à quel point peut se poursuivre cette division, mais elle s'arrêtera à des limites, et ces limites ce sont les atomes. En prenant pour base cette théorie atomistique, la chimie a réussi la synthèse de nouvelles formes très variées de la matière, couleurs, médicaments, parfums. Ces succès étonnants sont venus renforcer la croyance à l'atomisme.

La science a même réussi quelque chose de plus difficile encore. Avant de pouvoir isoler les atomes elle a pu déterminer les dimensions des unités ultimes et homogènes dont tout corps chimique se compose, des atomes pour les corps simples, des molécules pour les corps composés, car ces dernières sont encore des unités homogènes, mais constituées par des atomes ordinairement dissemblables.

Elle a pesé leur masse, elle a mesuré leur volume, elle a calculé l'énergie qui les anime. Naturellement, elle est arrivée à des nombres beaucoup plus petits encore que les nombres ci-dessus trouvés empiriquement, et ces nombres sont précédés d'une telle légion de zéros, que devant eux s'anéantit notre conception de la quantité et que l'imagination elle-même hésite à s'y aventurer.

***

Malgré cela la chimie considérait ces dimensions comme très grandes et, depuis des années déjà, elle avait des raisons bien fondées de croire que les atomes, bien qu'elle ne puisse les décomposer, sont formés d'éléments plus petits.

Beaucoup de considérations d'ordre chimique, physique et astronomique, l'amenèrent à cette supposition.

Partant de ces raisons, les chimistes n'admettaient point que les 86 corps simples connus alors fussent vraiment les unités ultimes de la création. La simplicité des lois et des relations manifestée par tous les secrets de la nature dont la science a trouvé la clef excluait une opinion d'après laquelle la nature exceptionnellement pour la création de l'univers aurait gaspillé une telle variété de matériaux. Tous ces matériaux devaient se réduire à un nombre bien moindre d'éléments plus simples, véritables ancêtres de la grande famille des corps. Voilà ce que croyaient les chimistes.

Mais pour découvrir ces éléments, il fallait d'abord obtenir la dissociation des atomes. Problème dont la science n'envisageait pas la solution sans quelque scepticisme. Pourtant la curiosité féminime a dévoilé ce mystère beaucoup plus vite qu'on ne l'espérait.

Une femme a retiré des entrailles de la terre des éléments dont l'atome se trouve en dissociation et l'enveloppe de cet atome laisse s'échapper avec une résistance vertigineuse les constituants plus simples dont il est composé. C'est le *radium* et les autres substances douées de propriétés jusqu'alors insoupçonnées que l'on appelle *corps radioactifs*. Et ces constituants plus simples jouissant d'une énergie énorme, bien que parfaitement équilibrée, concentrés dans un espace étonnamment restreint, ces constituants dont sont composés non seulement les corps radioactifs, mais, comme on l'a prouvé, tous les autres corps, ce sont toujours les mêmes. Ce sont deux vieilles connaissances dont on ne prévoyait guère la participation à la composition de la matière : l'électricité positive et négative.

***

Est-ce que ces électricités sont les unités ultimes qui constituent la matière?

Aujourd'hui la science croit fermement que oui. Car, contrairement aux atomes dont chacun montre une forme et des propriétés variables, ces unités sont toujours restées qualitativement et quantitativement les mêmes quel que soit le moyen que l'on ait employé pour les produire. Ce sont donc ces facteurs, charges positives égales chacune à $1.591.10^{20}$ unités électromagnétiques C. G. S., et charges négatives exactement de même quantité, qui forme toute espèce de matière, si on la divise jusqu'à ses dernières limites.

Mais outre ces facteurs, il y en a un autre qui complète la création : c'est l'énergie rayonnante, c'est-à-dire la lumière et la chaleur.

Il est prouvé que l'énergie rayonnante a sa source dans le passage à une autre orbite des électrons qui tourbillonnent à l'intérieur des atomes. Cette énergie se trouvant alors libérée est émise. Mais elle est émise et se transmet, comme Plank l'a démontré au début du xx^{e} siècle, en unités indépendantes, toujours égales et entièrement identiques. Toute quantité de chaleur ou de lumière est exactement le multiple d'une quantité ultime fondamentale que l'on a appelée *quantum*.

La lumière donc et la chaleur sont émises d'une manière discontinue. Il existe là une extrême limite indivisible et au-dessous de laquelle il n'y a rien.

Digitized by Google

Tout ceci nous permet, pensons-nous, d'affirmer avec autant de certitude que la science peut le faire, que, dans cette direction du moins, l'infini n'existe pas, mais que l'univers est composé d'ultimes unités indépendantes qui constituent des limites insurpassables, les limites du minimum.

***

En démontrant que la matière n'est pas divisible à l'infini, nous avons prouvé que l'infini matériel vers le minimum n'existe pas.

Mais cette opinion qu'il n'existe pas d'infini dans le sens du minimum fait naturellement naître le soupçon que dans le sens du maximum il se peut qu'il existe des limites et nous incite à reviser nos idées au sujet de l'infini.

Ce serait en effet une véritable asymétrie logique que d'admettre des limites dans une direction, et une grandeur sans fin, illimitée, dans la direction opposée.

Examinons donc à nouveau le problème sous l'autre forme, sous laquelle il fut de tout temps posé.

La notion de l'infini semble avoir été conçue pour la première fois par Anaximandre de Milet qui fit de cet infini le principe de toute chose, et le considéra comme doué de l'éternel mouvement. Cela est également admis par Anaximène et par Thalès qui considère le monde comme provenant d'une matière primitive qu'il appelle « Infini ». Tout est sorti de l'infini par détaillement ou séparation. Ce sont à peu près les mêmes conceptions de l'infini qui continuent à être admises plus tard. Pythagore en particulier se sert de l'infini dans son analyse en nombres de l'univers ; mais dans son système mystique, la notion de l'infini, qui constitue un *nombre* et même un *nombre parfait*, est loin d'être présentée avec clarté.

Au contraire les idées d'Aristote sur l'infini ont une importance exceptionnelle.

Aristote n'admet pas l'infini, n'admettant pas l'existence d'un espace vide, d'un espace sans matière. Et où il n'y a pas de corps, comme cela arrive hors du ciel, qui constitue les limites du monde, le temps lui-même, selon Aristote, ne peut pas exister. Le philosophe de Stagire croit donc à l'inexistence d'un espace vide, d'un espace sans matière, et il fait dépendre le temps des facteurs cosmiques, deux des principes fondamentaux de la théorie de la relativité généralisée d'Einstein.

Quelle signification le mot « Infini » a-t-elle pour les philosophes Ioniens ? Anaximandre fut amené à la conception de cette idée par la nécessité de découvrir une source éternelle de matière cosmique, et par conséquent de substance cosmique, car, comme il dit : « Tout est principe ou vient d'un principe, or il n'y a pas de principe de l'infini (1) ».

On a donc inventé la notion, ou plutôt le mot d'infini pour tourner une difficulté ou en tout cas pour donner une réponse satisfaisante à un problème inexistant, à un de ces problèmes que quelques philosophes appellent *pseudoproblèmes*.

Ce problème est celui-ci : « Quel a été le principe de toute chose ? » Pseudoproblème non susceptible de solution, car en admettant qu'il y eût un principe, il faudrait rechercher un autre principe d'où celui-là dérivât.

Par conséquent la notion de l'infini a été dans l'antiquité une notion métaphysique vague, une notion transcendante, située en dehors de toute perception, de toute imagination humaine. C'a été plutôt un de ces nombreux mots, que la métaphysique a trouvés, afin d'effacer par l'éblouissement que leur éclat versait dans l'âme, le sentiment d'impuissance que la pensée humaine éprouvait devant la conception de notions transcendantes.

La notion de l'infini ne resta pas moins vague dans les temps qui suivirent ; appliquée non plus à la matière, mais à l'espace et au temps, elle a occupé beaucoup de grands philosophes, mathématiciens et astronomes de la Renaissance et des temps modernes.

Il n'était pas possible d'admettre un espace fini. On aurait tout de suite demandé d'en déterminer les limites, et personne ne pouvait trouver de limites à l'espace.

Cette question occupa tout spécialement Descartes dont le système philosophique a justement fait de la notion de l'infini une de ses pierres angulaires.

Descartes considère comme un fait, comme une donnée incontestable, que l'homme trouve en lui innée, l'idée de l'infini.

Mais d'où lui vient cette idée ? De l'imagination ? Non, dit-il, car l'imagination ne peut donner que des images ou, si l'on veut, des notions essentiellement bornées.

Par les sens ? Encore moins, pour la même raison. De la notion du fini dont l'infini est la contre-partie ? Non plus, car quelle que soit la quantité du fini que nous ajouterons au fini, nous ne sortirons pas du fini. L'infini ne peut pas être formé par l'addition de choses finies, quel que soit le nombre de celles-ci.

Comment donc pouvons-nous, êtres bornés que nous sommes, concevoir la notion de l'infini, étrangère à notre nature et supérieure à notre perception ?

(1) Πάντα ἡ ἀρχὴ ἢ ἐξ ἀρχῆς τοῦ δ' ἀπείρου οὐκ ἔστιν ἀρχή.

Digitized by Google

Il ne reste plus, dit-il, qu'une seule explication possible. Le fait que nous avons conscience de l'idée de l'infini prouve qu'en vérité un être infini existe en dehors de nous, qui a mis en nous cette idée. Et cet être infini, c'est Dieu.

Ainsi pour Descartes, de même que la faculté de penser entraîne avec elle comme certain le fait de notre existence (*Cogito, ergo sum*) de même notre faculté de concevoir la notion de l'infini prouve l'existence de Dieu.

Descartes identifie donc l'infini avec Dieu; il l'identifie encore avec l'idée de perfection; car, dit-il, l'idée d'infini entraîne avec elle l'idée de perfection.

Nous n'entrerons pas dans l'analyse de cette théorie. Ce qui intéresse surtout notre question et ce que l'on ne peut mettre en doute, c'est que, selon Descartes, la notion de l'infini n'est pas susceptible d'être conçue naturellement par l'intelligence humaine, comme une notion déterminée, mais qu'elle appartient à la sphère du surnaturel.

Grâce à Descartes, la notion de l'Infini qui a déjà emprunté aux Ecritures un sens religieux, prend une forme dogmatique et s'enracine plus profondément dans l'âme humaine, liée inséparablement à la notion de Dieu. C'est ainsi que même aujourd'hui nous la considérons comme évidente et nous avons peine à admettre qu'elle ne soit que l'image négative mais imaginaire en même temps de la notion du fini, la seule qui soit accessible à notre intelligence.

Et s'il arrive jamais que nous croyions la concevoir, nous ne concevons que la notion mathématique de l'infini, c'est-à-dire celle de la quantité qui peut toujours être augmentée d'une quantité donnée sans jamais atteindre une limite.

Mais cet infini mathématique, comme le fait remarquer Descartes, est celui dont nous ne pouvons déterminer les bornes, tandis que l'infini philosophique est celui qui n'a point de bornes.

Kant aussi qui, plus qu'aucun autre philosophe, s'est occupé de problèmes cosmologiques, admet l'infini, mais il y est amené par une autre conception du monde.

Le problème de l'infini constitue une des fameuses antinomies de Kant, c'est-à-dire des circonstances dans lesquelles l'intellect semble en contradiction avec lui-même. Le monde, dit ce grand philosophe, considéré comme un ensemble ne peut être infini, car ce qui est infini ne peut constituer un ensemble. Mais d'un autre côté le monde ne peut pas être considéré comme fini, car il serait alors borné par des limites inexistantes (1). Kant, après avoir constaté cette antinomie, en conclut que ces façons de prouver ne nous font pas connaître la vérité, que par conséquent le monde ne peut pas constituer un ensemble indépendant formé d'une somme d'objets se trouvant en dehors de notre existence, mais qu'il nous est donné comme un *phénomène;* que le monde ne constitue pas une entité existant par elle-même, mais un enchaînement d'événements qui se succèdent éternellement l'un à l'autre et dont par conséquent la succession est infinie. C'est ce qui fait que Kant ne se contente pas du soleil de ce brillant firmament dans lequel nous vivons. Il lui faut un espace infini orné sans fin de soleils et d'étoiles.

De même que l'espace, il considérait le temps comme infini, puisque tous deux étaient pour lui inséparables et constituaient ensemble les formes déterminantes des phénomènes.

Des sphères métaphysiques de Kant, le problème est ensuite transporté dans la sphère plus positive de l'astronomie. Mais la science du Ciel ne fut pas non plus capable de résoudre la question, car les deux opinions opposées y puisèrent des arguments sérieux.

Cependant, depuis le moment où l'examen du problème fut transporté sur ce terrain plus solide et où fut rendue possible l'application des lois naturelles et du calcul mathématique, nos conceptions à ce sujet devinrent un peu plus claires. Parmi ceux qui se sont occupés de la solution du grand problème, nous choisirons deux géants de la science, appartenant aux deux camps opposés, et qui ont cherché à approfondir, en même temps que les autres mystères de la nature, le mystère de l'infini. Newton d'une part, Einstein de l'autre.

Que signifie infini? Si je marche droit devant moi sur la même route en ligne droite, je ne reviendrai jamais sur mes pas. Newton l'admet.

Newton n'accepte pas un monde astral infini comme Kant. Le monde astral, dit-il, peut être fini, mais il se trouve dans un espace infini; car, selon Newton, il peut exister un espace absolu sans matière. D'après cette théorie, il y aurait un monde matériel fini flottant dans un espace vide infini.

Einstein au contraire, à l'opposé de Descartes qui définissait la matière par l'étendue, c'est-à-dire par l'espace, définit l'espace par la matière. Il n'est pas possible suivant Einstein de concevoir l'espace sans la matière et l'énergie. L'Univers matériel et l'Univers astral ne sont donc qu'une seule et même chose. Et cet Univers matériel est borné.

Quoi donc? Est-ce à dire que l'univers est isolé et séparé comme par une cloison de quelque monde supérieur?

(1) Wundt, à ce propos, a fait remarquer plus tard que ces arguments ne contiennent pas de contradiction, car il ne s'agit pas du même infini dans les deux circonstances.

Digitized by Google

Non, bien sûr. Quelque chose peut être fini sans pour cela aboutir à des limites, n'être pas infini, mais être pourtant illimité, comme c'est le cas, par exemple pour la surface d'une sphère ou d'un ellipsoïde. Ce sont des surfaces finies sur lesquelles cependant un point peut en apparence se déplacer dans la même direction jusqu'à l'infini sans arriver à un terme. Si nous imaginons que cette propriété que nous remarquons sur une surface, caractérisée par deux dimensions, peut s'étendre à trois dimensions, c'est-à-dire à l'espace, alors nous pouvons avoir un espace fini mais sans bornes. La géométrie d'Euclide ne nous fournit pas de tels espaces ; mais celle de Riemann nous les fournit. Et c'est seulement celle-ci qui peut s'appliquer à l'Univers, d'après l'affirmation d'Einstein. Ainsi dans sa théorie de la relativité généralisée, il démontre que les propriétés de l'espace — de l'espace comprenant la matière ou les champs dynamiques qui en dérivent c'est-à-dire le seul qui soit possible, — ne sont pas une chose absolue mais sont déterminées par les champs de l'attraction ou pesanteur ou, en d'autres termes, par la distribution de la matière dans l'Univers, et un tel Univers est courbe, c'est-à-dire qu'un rayon de lumière ne s'y transmet pas en ligne droite mais s'infléchit. Cet Univers pour être stable comme il est, a une courbe constante dont la valeur dépend de la densité de la matière dans un espace donné et constitue un système sphérique fini. De cette façon, l'infatigable voyageur qui passerait l'éternité à traverser cet Univers et qui penserait marcher en ligne droite, suivrait en réalité une courbe et il reviendrait enfin sur ses pas, tout comme la fourmi qui s'avance en ligne droite à la surface d'une grande sphère.

L'astronome hollandais de Sitter a même calculé combien durerait ce périple de l'Univers et il a trouvé que si notre voyageur courait avec la vitesse de la lumière, il exécuterait tout le trajet en cent millions d'années, après quoi il se retrouverait à son point de départ.

***

Nous avons démontré incontestablement, pensons-nous, que la matière aboutit à des limites extrêmes que la science a découvertes dans les unités électriques. Cela nous a incités à rechercher s'il n'existait pas de semblables limites dans le maximum, peu importe que ce soient des limites de la matière ou de l'espace, puisque ces deux notions sont, pour ainsi dire, inséparables. Deux solutions du grand problème nous ont été offertes. L'une admet l'infini, l'autre le fini illimité.

Dans la première, l'infini, soit celui d'Anaximandre, de Kant ou de Newton, se présente à nous comme une notion dépassant la portée de notre intellect ; c'est une fiction. métaphysique, capable d'assouvir, je ne dis pas l'imagination du poète, car elle ne peut pas même concevoir cet infini, mais son désir de s'envoler par-delà les mondes.

Dans la seconde, principalement celle d'Einstein, nous trouvons une image de l'Univers que ne peut pas embrasser d'emblée, il est vrai, notre œil habitué uniquement à l'observation empirique, mais qui peut être tracée mathématiquement grâce à des éléments empruntés à l'expérience. Un tel espace, nous pourrions l'obtenir d'éléments de matière ou d'énergie lancés en ligne droite, par exemple de rayons de lumière, qui en se courbant insensiblement, indistinctement reviendraient à leur point de départ. Si ardue que soit en tout cas, la compréhension d'un tel espace fini, il n'est cependant pas plus difficile de se le représenter dans l'imagination, qu'il n'est difficile de se représenter les limites que Newton met autour de son Univers fini, limites qui se composent de vide absolu.

Le choix entre ces deux conceptions opposées dépend bien sûr du fonctionnement de la machine intellectuelle de chacun. Celui dont la machine se meut dans la réalité et s'appuie sur les lois qui ont présidé à la formation de la Nature n'hésitera pas, à mon avis, à choisir la seconde. A l'appui de cette dernière conception qu'il me soit permis d'ajouter quelques faits tirés du monde physique et qui, je crois, ne concordent qu'avec elle.

Au cours des vingt dernières années, il a été démontré non seulement que la matière se compose d'unités indépendantes, les atomes électriques, mais aussi que l'atomisme est une condition physique naturelle de la création, puisque l'électricité se compose d'unités finies et que la lumière et la chaleur sont transmises par quanta indépendants ; donc absolument aucune entité fournie de façon continue ne nous est connue dans la Création. La divisibilité à l'infini de la matière pourrait certainement s'accorder avec l'idée de l'infini en général, mais il a été démontré au contraire que le monde se compose exclusivement de quantités finies. Donc l'harmonie naturelle que nous rencontrons partout, mais aussi la stabilité de l'œuvre cosmique, exigent que nous admettions que si les facteurs cosmiques sont finis et subsistent par eux-mêmes, l'ensemble de ces facteurs doit présenter le même caractère et que l'Univers par conséquent doit aussi composer un tout complet et fini. D'ailleurs le fini, qui dans toutes les directions aboutit à des limites, nous le rencontrons dans presque toutes les formes cosmiques.

Il y a environ 80 ans le grand chimiste Dumas prévoyant que l'on obtiendrait, comme on l'a obtenue, la liquéfaction et la solidification de tous les gaz, disait devant ses élèves : « Est-il

Digitized by Google

possible de s'imaginer que l'état gazeux continuera d'exister, quand la science réussira à obtenir des températures de 1.500 à 2.000 degrés au-dessous de zéro? »

Mais un peu plus tard quand la nature de la chaleur fut connue et que celle-ci eut été identifiée avec le mouvement de particules matérielles, il fut démontré que la température ne pouvait pas être abaissée au-dessous d'une certaine limite et il fut trouvé que cette limite est 273° au-dessous de zéro. C'est la température de l'immobilité complète, de la mort des molécules de la nature. Une expérimentation habile a réussi ces dernières années à s'approcher de cette température et elle a obtenu tout récemment une température à peine d'un demi-degré, plus élevée que celle du zéro absolu. Il y a donc un minimum dans la température, mais il y a aussi un maximum. Nous pourrions obtenir la plus haute température possible en concentrant dans un minimum d'espace la plus grande quantité possible de chaleur. Malgré cela, les plus hautes températures que nous obtenons, par exemple chimiquement, sont beaucoup plus basses que celles que l'on calcule théoriquement. C'est qu'à ce cas s'applique la loi de Van't Hoff-Le Chatelier, circonstance spéciale d'une loi très générale de la nature, la loi dite d'action et de réaction. Selon cette loi, lorsque par un moyen chimique ou physique nous augmentons la température, il se produit des transformations tendant à l'absorption de la chaleur et à l'abaissement de la température. Cela prouve donc que la température tend vers une limite. Cela d'ailleurs est démontré par ce fait, qu'en dehors de notre planète les plus hautes températures observées ne s'écartent pas énormément de celles que nous pouvons obtenir par des moyens physiques ou chimiques.

Même si nous considérons la chaleur obtenue par le choc de particules matérielles lancées avec une vitesse vertigineuse contre d'autres particules matérielles, là encore nous rencontrons une limite. En effet, l'énergie cinétique de ces projectiles dépendant de la vitesse est soumise à une limite, puisque la vitesse a une limite. En vérité, la vitesse de transmission des phénomènes électriques, magnétiques et lumineux, énergies cosmiques qui se transmettent avec la plus grande rapidité possible, ne peut pas dépasser une certaine limite : la vitesse de la lumière. Il est prouvé qu'une vitesse plus grande ne peut exister, par conséquent cette vitesse constitue une constante universelle, c'est-à-dire la limite de la plus grande vitesse qui puisse exister. Car si nous imaginions une vitesse plus grande, alors, d'après les lois et les conclusions les plus récentes de la physique, la masse qui se mouvrait avec une vitesse supérieure à la vitesse de la lumière deviendrait négative, fait situé en dehors du monde physique, par conséquent impossible.

Il existe aussi une limite au maximum d'électricité qu'il est possible de concentrer dans un minimum d'espace.

Les charges électriques positives constituent en même temps le maximum et le minimum, c'est-à-dire la quantité constante d'électricité qui se trouve concentrée dans un minimum d'espace. Mais le maximum d'énergie mécanique que nous pouvons concentrer dans un espace déterminé a aussi une limite.

Nous savons aujourd'hui que les atomes sont des systèmes électriques équilibrés, composés de charges positives et négatives et se trouvant en rotation très rapide. Malgré leur attraction colossale ces charges ne tombent pas l'une sur l'autre. La seule explication possible de ce phénomène est que, comme cela arrive dans le système planétaire, il se produit une réaction, celle de la force centrifuge développée par la vitesse de rotation des électrons tourbillonnants. Cette force est d'autant plus grande que les charges sont plus rapprochées.

Mais cette force ne peut pas non plus dépasser une certaine limite, car on trouve par le calcul que si cette vitesse approchait de celle de la lumière les électrons tourbillonnants tomberaient sur le noyau central, ce qui ne se produit pas.

Cette limite est très grande. Aucune force extérieure ne peut en triompher. Il n'est pas possible en d'autre termes, comme nous le savons, quelle que soit la pression que nous exercions sur un élément, d'amener la diminution du volume de l'atome, c'est-à-dire de sa sphère d'énergie. Cela nous fait découvrir deux nouvelles limites : la limite de cohésion (d'attraction) des molécules de la matière et la limite du plus petit espace matériel ou dynamique qui puisse exister dans la nature que l'on évalue à environ un dix milliardième et demi de millimètre cube ($1.4.10^{\infty}$). Mais aussi la masse a des limites minimum et maximum. Son minimum est peut-être les unités selon lesquelles est émise l'énergie rayonnante, les *quanta qui* fixent la limite inférieure de l'accès ou de la sortie de l'énergie. Le maximum de la concentration de la masse est l'atome d'uranium, métal qui a le plus grand poids atomique. Il n'est toutefois pas impossible, quoique cela ne semble pas probable, qu'il existe des éléments d'un poids atomique supérieur. Pourtant ce fait que plus les éléments ont un poids atomique élevé, plus leurs atomes sont instables et se brisent pour se résoudre en unités de plus en plus simples, prouve que s'il existe des éléments d'un poids atomique plus grand que celui de l'uranium, la différence du poids ne sera pas grande.

Digitized by Google

***

Donc, où que nous nous tournions dans la nature, nous rencontrerons des quantités finies et des limites infranchissables dans le minimum comme dans le maximum. La création est un ensemble très simple de facteurs dont les relations sont régies par des lois d'une simplicité exceptionnelle et c'est précisément à cette simplicité qu'elle doit son harmonie, sa beauté, sa stabilité. Il est peu plausible de supposer que cette harmonie cesse d'exister là où notre œil ne peut s'étendre et d'admettre au delà de ces espaces, une chimère, l'infini incommensurable et incompréhensible qui a la prétention d'arrêter la pensée humaine !

Le seul obstacle insurmontable à la conception de l'Univers fini, la recherche des limites, tombe de lui-même, nous l'avons vu, grâce à la théorie cosmique d'Einstein. L'idée de l'infini doit donc être mise désormais au rang de ces notions transcendantes qui charment les métaphysiciens et bercent les poètes en créant des mondes irréels.

L'homme n'est donc pas « suspendu », comme dit Pascal, « entre les deux infinis » mais il se tient entre les deux limites extrêmes, une très grande et une très petite.

Nous avons souvent entendu dire que les grandeurs, les plus grandes comme les plus petites, n'ont pas de valeur absolue, mais que toutes sont relatives. Il faut, par conséquent, nous attendre à découvrir un jour que nos électrons éthérés sont composés d'éléments infiniment plus petits et que les myriades de mondes, que le télescope nous révèle, ne sont rien au prix de ce que contient l'univers inexploré.

Mais la découverte dans la nature, partout où celle-ci a pu être scrutée jusqu'à épuisement, de limites dans le très grand comme dans le très petit, nous convainc que notre conception physique est juste, comme est logique notre ralliement à un monde dans lequel nous distinguons des grandeurs absolument petites et des grandeurs absolument grandes, celles qui justement se rapprochent en quelque sorte des limites inférieures ou supérieures.

Personne ne pourra nous persuader que la distance de la Terre aux confins de la Voie Lactée, à la Nuée de Magellan où à l'Amas d'Hercule, distance que la lumière ne peut parcourir qu'en 200.000 ans, n'est pas une distance absolument grande, et que le noyau de l'atome d'hydrogène qui a un diamètre 100.000 fois plus petit que l'atome d'hydrogène lui-même, diamètre qui comparé à un grain de sable est aussi petit qu'un grain de sable l'est en comparaison du globe terrestre, n'a pas des dimensions absolument petites,

Le monde est tel que nous le concevons, le voyons, le sentons.

Entre ces deux limites, l'une extrêmement petite et l'autre extrêmement grande, se trouve l'Homme, appréciateur des forces et des dimensions cosmiques, l'Homme qui constitue, d'après Protagoras, *la mesure de toutes choses*.

Donc, de même que l'atomisme, c'est-à-dire la constitution de l'Univers par des unités indépendantes, le fini nous apparaît comme une loi de la Nature. C'est une propriété constante de la Création.

Voici donc qu'après être partis des temps d'Anaximandre et après avoir erré pendant vingt-quatre siècles à travers les champs les plus fertiles de la pensée, nous revenons presque à notre point de départ pour nous écrier avec celui dont l'intelligence fut naguère l'extrait le plus condensé de la sagesse humaine, je veux dire Aristote : « La nature évite l'infini, car l'infini est sans terme et la nature cherche toujours un terme. »

C.-D. Zenghélis,
Professeur de Chimie inorganique
à l'Université d'Athènes.

LES PROGRÈS DE L'ORNITHOLOGIE

L'ornithologie n'était qu'un ramassis de légendes absurdes et de contes enfantins, avec quelques bribes perdues de vérités, un fatras d'erreurs laissé par l'antiquité et traîné tout le long du moyen âge, lorsque tout à coup deux naturalistes de grande valeur jetèrent simultanément les bases de la science des oiseaux.

1555 ! Date mémorable. Sans se connaître, un Français et un Suisse, dans un même sentiment d'affection pour les gracieux ornements de nos bocages et de nos eaux, dont ils avaient personnellement et longuement étudié de près les manifestations vitales, publièrent la même année le résultat de leurs minutieuses observations.

Le médecin Pierre Belon, né vers 1517 à la Soulletière (Sarthe), assassiné en 1564 dans le Bois de Boulogne, fut pour l'époque un vaillant globe-trotter, qui parcourut l'Europe occidentale et même, quatre années durant, tout le Proche-Orient. Aristote ne lui suffisant pas, il considère les oiseaux à travers ses propres lunettes. Son esprit naïf et primesautier enregistre par le menu les circonstances variées de leurs mœurs ; mais ce qui est mieux encore et nouveau, Belon dissèque tous les volatiles qui tombent sous sa main et

Digitized by Google

examine avec attention et curiosité leurs « intérieures parties », tout en notant les homologies et en comparant point par point le squelette de l'oiseau et celui de l'homme. Puis il condense tout cela en brefs chapitres dans son *Histoire de la nature des oyseaux*, écrite dans une langue savoureuse et imagée. L'ornithologie moderne, d'un seul jet, était créée.

Fig. 76. — Pierre Belon, 1517-1564. Fondateur de l'ornithologie moderne. (Portrait extrait du frontispice de l'« *Histoire de la nature des oyseaux* ».)

Elle le fut même doublement, en cette année 1555, avec le livre III de l'*Histoire des Animaux*, que consacrait aux oiseaux le médecin zurichois Conrad Gesner. Cet énorme in-folio, écrit en latin, plus tard traduit en allemand, est une œuvre plus érudite, plus bourrée de citations et de références que celle de Belon, mais moins agréable à lire, bien qu'elle contienne elle aussi une foule de renseignements personnels sur l'avifaune européenne.

Pendant ce temps, s'ouvrait l'ère des grands voyages aux pays exotiques. Les uns après les autres, des continents ignorés vont livrer leurs secrets aux hardis pionniers, qui, émerveillés à la vue de tant de phénomènes nouveaux, composent gauchement des récits plus ou moins véridiques sur les oiseaux qui frappent leurs regards.

Quelques années seulement s'étaient écoulées depuis la découverte de l'Amérique, lorsque Magellan partit, en 1519, à la tête d'une petite escadre pour effectuer le premier des voyages autour du Monde.

L'historiographe de l'expédition, le chevalier Pigafetta, découvrit les Manchots, ces bizarres palmipèdes de l'Antarctique, aux ailes natatoires impropres au vol. Chemin faisant, il rapporte très sérieusement des faits d'une criante invraisemblance : des oiseaux sans croupion et d'autres dépourvus de pattes ; des femelles couvant leurs œufs sur le dos des mâles ; des volatiles qui pénètrent dans la gueule de la baleine et vont atteindre les profondeurs du cétacé pour lui arracher le cœur !

C'est dans le même temps, Oviedo, cruel conquistador qui, en 1526, dans son *Histoire générale et naturelle des Indes occidentales*, offre à l'Europe les premières notices sur les Oiseaux-Mouches du Nouveau-Monde.

C'est Jean de Léry, qui part en la fatidique année 1555 pour l'Amérique du Sud, avec une expédition française et à qui l'on doit les premières, mais combien naïves relations sur l'ornithologie du Brésil. Il s'extasie en termes enflammés sur les splendides plumages des oiseaux tropicaux : « ne croyant pas, dit-il, qu'en tout le monde universel, il se puisse trouver oiseaux de plus esmerveillable beauté, aussi en les considérant il y a bien de quoi, non pas magnifier nature, comme font les prophanes, mais l'excellent et admirable Créateur d'iceux ».

C'est le mystérieux Francisco Hernandez, qui parcourt longtemps et en tout sens le Mexique, puis meurt on ne sait où, ni quand. En 1615 seulement paraît une œuvre posthume, dans laquelle les oiseaux sont désignés sous de bizarres dénominations aztèques : l'yxamatzcatltototl, l'altapalcatl, l'amaxocototolt, etc., et si mal décrits que beaucoup ne peuvent être identifiés.

Combien frais et juvéniles sont ces primitifs récits des premiers investigateurs de la nature tropicale, mais combien aussi entachés d'erreurs de toute sorte. Ces naturalistes occasionnels ne savent ni observer, ni décrire, ni classer, mais leurs relations enthousiasmèrent en Europe les tempéraments épris de la nature. Ils ont donc contribué à frayer la voie que ne tardèrent pas à suivre les explorateurs scientifiques.

Tandis que Belon et Gesner posaient les fondements solides de l'ornithologie rationnelle et que les pionniers de l'exploration mondiale faisaient connaissance avec l'avifaune exotique, un illustre médecin attirait l'attention de ses contemporains sur les études anatomiques et traçait d'un trait assuré les linéaments de l'anatomie des oiseaux.

Volcher Coiter était Hollandais, mais fréquenta les plus célèbres Universités du XVI^e siècle. Sa passion pour les dissections était si ardente qu'il s'enrôla comme médecin dans les armées françaises, dans le but d'avoir à sa disposition le plus de cadavres possible. Il publia en 1574, sur le crâne des

Digitized by Google

oiseaux, un ouvrage qui suivait de près une œuvre de plus large envergure, parue en 1573, intitulée *Tableaux des principales parties externes et internes du corps humain*. Observateur sagace et judicieux, Coiter a fait d'importantes découvertes, telles que celles de l'os hyoïde du pic, de la columelle de l'oreille avienne, de l'anneau sclérotical des hiboux; il a décrit les poumons de l'oiseau, le squelette de diverses espèces, plusieurs types de langues, le tube intestinal du plongeon, du râle et de la mouette, la muqueuse stomacale, etc.

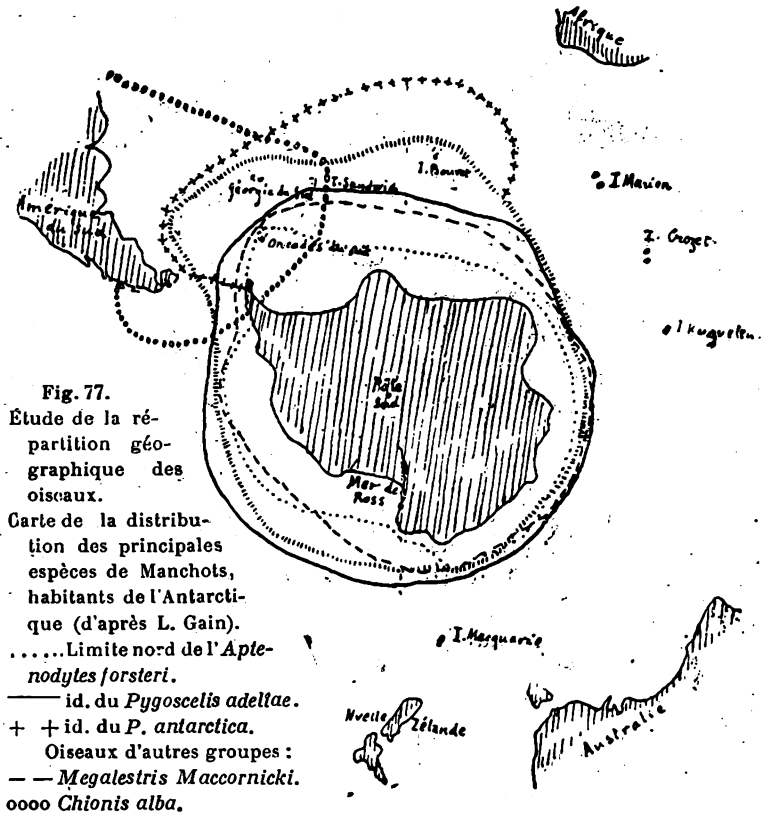


Fig. 77.
Étude de la répartition géographique des oiseaux.
Carte de la distribution des principales espèces de Manchots, habitants de l'Antarctique (d'après L. Gain).
.....Limite nord de l'*Aptenodytes forsteri*.
——— id. du *Pygoscelis adeliae*.
+ + id. du *P. antarctica*.
Oiseaux d'autres groupes :
— — *Megalestris Maccornicki*.
oooo *Chionis alba*.
---- *Pagodroma nivea*.

Avec le XVII^e^ siècle, le mouvement scientifique acquiert une ampleur considérable et l'ornithologie, de fragmentaire qu'elle était jusqu'alors, va trouver son assiette définitive et en premier lieu va édifier sa systématique sur des bases solides.

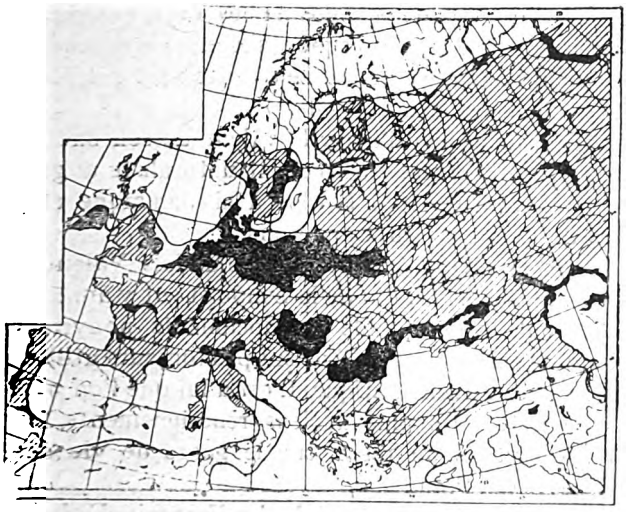


Fig. 78. — Territoire de nichaison de la Mouette rieuse (carte dressée par R. Poncy, dans le Bull. de la Soc. zoologique de Genève).

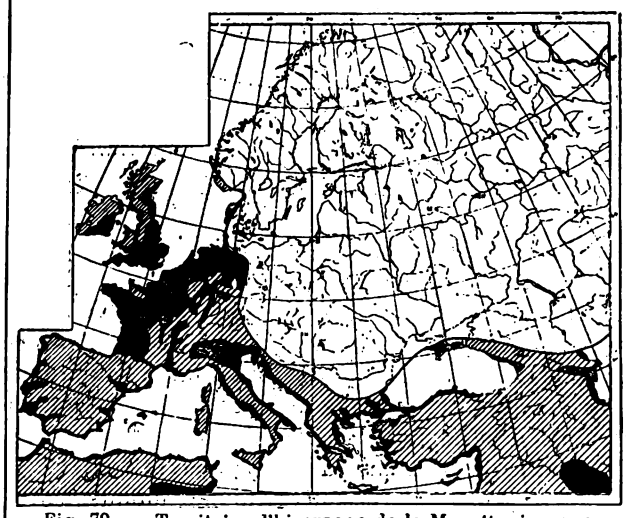


Fig. 79 — Territoire d'hivernage de la Mouette rieuse, en janvier (carte dressée par R. Poncy).

Digitized by Google

Le promoteur de cette entreprise est l'Anglais Francis Willughby. Né en 1635, il montra dès ses plus jeunes années un zèle ardent pour l'étude. A Cambridge, il se lia d'amitié, une amitié rare et profonde, avec un camarade de sept ans plus âgé que lui, John Ray, surtout connu comme botaniste.

Les deux inséparables compagnons accomplirent leur voyage d'Europe et recueillirent une ample moisson de notes et de documents scientifiques. Mais, de santé très frêle, Willughby mourut jeune, en 1672, laissant un manuscrit inachevé que Ray mit au point et publia sous le titre de *Trois livres d'ornithologie*. Cet ouvrage fait époque dans l'histoire de notre science. L'auteur conçut et mena à chef un de ces perfectionnements capitaux qui sont le point de départ d'une orientation nouvelle ; il fut le créateur de la systématique ornithologique, il établit la première classification rationnelle, il sut grouper méthodiquement les membres plus ou moins épars jusqu'alors de la classe des Oiseaux. Cette classification est évidemment loin d'être satisfaisante, mais elle n'en reste pas moins la souche d'où sortirent celles de Linné et des auteurs modernes.

Partant d'un point de vue biologique, Willughby subdivise tout d'abord les oiseaux en terrestres et aquatiques. Puis, pour dresser l'échelle hiérarchique des groupes, il fait intervenir des critères morphologiques, tels que la taille, la forme du bec, la structure des pattes et des doigts.

Ce même génial précurseur créa du même coup la méthode descriptive, à peine ébauchée par Belon et Gesner. Il suit un ordre précis et utilise une langue technique déjà singulièrement assurée. Il place chaque espèce dans son cadre naturel, il fait un mesurage précis de l'oiseau, il dépeint son plumage et termine chaque description par une courte notice biologique.

Tel est le plan que, plus ou moins, suivront tous ses successeurs, au fur et à mesure des découvertes nouvelles.

Celles-ci vont se multiplier à tel point, qu'il sera bientôt possible d'arrêter la liste des espèces de chaque contrée, d'où l'apparition de faunes régionales de plus en plus nombreuses et complètes.

La première en date parut tout à fait à l'aube du XVII^e siècle. C'est celle que Schwenckfeld consacra, en 1603, à la faune de Silésie, mais elle embrassait l'ensemble des animaux de ce pays. C'est en 1622 que s'imprima la première faune uniquement ornithologique, l'*Oisellerie* d'Olina, ressortissant de Novare.

Au cours du XVII^e siècle, les voyages d'études sont plus abondants et généralement plus scientifiquement organisés qu'au XVI^e.

Georges Marcgrave inventorie les richesses naturelles du Brésil et découvre nombre d'oiseaux nouveaux, tels que le Nandou, le Cariama, le Kamichi et l'Anhinga. Pendant ce temps, le P. Du Tertre, tout en évangélisant les Antilles, s'intéresse à leurs productions et, dans le récit de ses déplacements, paru en 1654 à Paris, il affirme que « pour le regard des oyseaux, l'Amérique

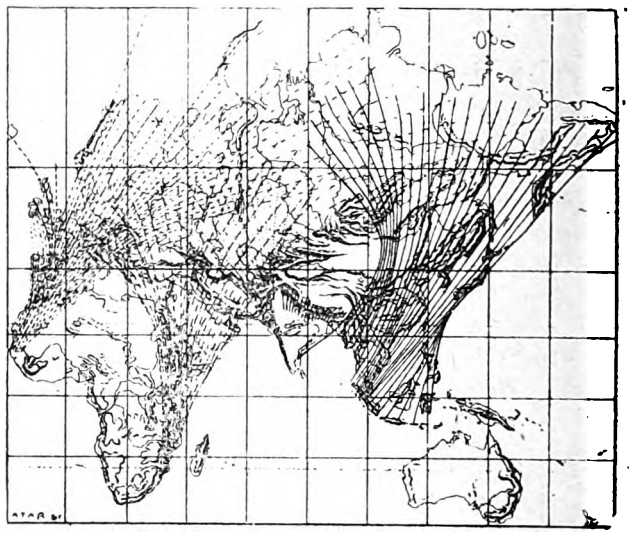


Fig. 80. — Carte montrant la direction des routes générales de migration dans l'Ancien monde (établie par M. Boubier)

sans contredit l'emporte par-dessus toutes les parties du monde ». Mais si les descriptions de cet auteur sont pittoresques, si son style est enjoué et plein de verve, il se laisse d'autre part entraîner dans maintes exagérations.

Il est donc loin d'avoir la valeur de son successeur, Hans Sloane, un excellent naturaliste anglais qui séjourna de 1687 à 1689 à la Jamaïque et y fit de sérieuses investigations.

Vers la même époque, le Hollandais Valentyn rayonnait dans les îles de la Sonde et sut y amasser une foule remarquable de documents nouveaux de toute sorte, mais qu'il ne sut pas toujours utiliser avec assez de sens critique. C'est à lui que l'on doit entre autres les plus anciens renseignements, en partie erronés du reste, sur le genre de vie des Oiseaux du Paradis.

A la fin du XVII^e siècle, les Français Dubois, puis Leguat eurent l'avantage de voir vivants les derniers représentants d'espèces qui étaient sur le point de s'éteindre, un Colombin, le Solitaire de Bourbon et une Poule d'eau géante, le Solitaire de Rodrigue.

Digitized by Google

Au XVIII^e siècle, l'ornithologie va enrichir tous ses domaines et entrer dans le puissant courant qui emporte les sciences naturelles vers leur complet épanouissement.

D'innombrables explorateurs, conscients de leur travail, recueillent dans tous les recoins du monde de notables collections d'oiseaux. Parmi les plus importants, nous pouvons citer les suivants.

L'Anglais Catesby visita en détail et à deux reprises le sud des États-Unis, d'où il revint définitivement en 1726, riche d'immenses collections, mais dénué d'argent. Cependant, largement aidé par des mécènes, il put faire luxueusement imprimer son œuvre maîtresse, en deux énormes in-folio, dans lesquels on lit par exemple une fort intéressante notice sur le Pigeon migrateur, qui était alors d'une extraordinaire abondance, mais dont le dernier rejeton périt en 1914.

Un Lyonnais, Pierre Sonnerat, l'un des premiers ornithologistes qui, après Valentyn, aient parcouru l'Orient, s'embarqua en 1768 pour Madagascar,

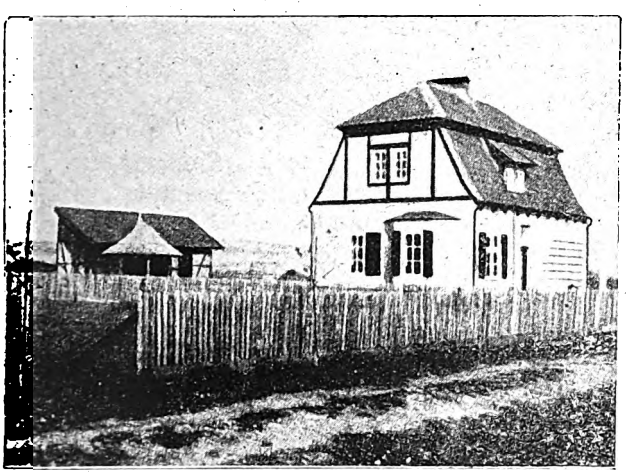


Fig. 81. — La célèbre station ornithologique de Rossitten, sur les bords de la Baltique (cliché Thieneman).

d'où il passa aux Philippines et aux Molluques. De retour en France, en 1773, il fut nommé Commissaire de la marine et repartit pour l'Inde et la Chine, d'où il rapporta quelque trois cents spécimens d'oiseaux, qui enrichirent le Cabinet du Roi.

Tandis que Sonnerat pérégrinait dans la région indo-malaise, Pierre-Simon Pallas parcourait pendant six années consécutives l'immense territoire sibérien, dont il inventoria les richesses ornithologiques. Il décrivit et dénomma en latin de nombreuses espèces d'oiseaux et les noms qu'il leur donna ont été pour la plupart conservés dans la nomenclature.

L'un des plus curieux parmi les zoologistes du XVIII^e siècle fut un naturaliste improvisé, don Félix de Azara, officier espagnol que les hasards de la vie militaire amenèrent en 1781 au Paraguay. Toutefois, bientôt dégoûté par de louches manœuvres administratives, il abandonne ses fonctions et s'enfonce seul et à ses frais, dépourvu de toutes ressources scientifiques, au travers d'un pays hostile et absolument inconnu. Zoologiste de fortune, mais frappé par les nouveautés qui s'offraient à lui à chaque pas, Azara, malgré les énormes difficultés de son entreprise, se livra tout entier à l'étude des oiseaux et des mammifères du Paraguay. Au milieu de ces impressionnantes solitudes, où il resta exilé vingt ans, son caractère devint irascible. Une traduction espagnole des œuvres de Buffon étant inopinément tombée entre ses mains, il la confronte avec ses propres observations et s'imagine, bien à tort, trouver des contradictions entre ses descriptions et celles du Maître, alors que tous deux traitaient d'espèces différentes provenant de pays éloignés. Rageusement il s'emporte amèrement contre Buffon, qu'il traite d'imposteur, et surtout contre Sonnini, qui venait d'explorer la Guyane et qui avait fourni à celui-là de précieux renseignements faunistiques. Quoi qu'il en soit, l'œuvre d'Azara conserve une grande valeur pour l'histoire des oiseaux de l'Amérique du Sud, car ses notices morphologiques et biologiques ont été faites avec conscience et un beau souci de l'exacte vérité.

C'est dans cette même Guyane, dans une contrée où la nature exubérante est bien propre à l'éclosion d'une carrière de zoologiste, que naquit, en 1753, l'un des plus grands ornithologistes français, Le Vaillant. Laissé par ses parents en pleine liberté, hors de toute contrainte scolaire, celui-ci en conserva toute sa vie une invincible répulsion pour toute espèce d'érudition et de système, décidé à ne rien dire que d'après lui-même. Revenu en Europe avec sa famille, François Le Vaillant garda la nostalgie des pays exotiques, où la nature est souveraine maîtresse et où s'était éveillée sa passion pour les animaux sauvages.

Las de visiter des Musées où, comme dans une nécropole, sont rangées et étiquetées des momies, il quitte parents et patrie et s'embarque pour l'Afrique du Sud, *terra incognita* qui devait être le théâtre de ses exploits. Il y rassembla une masse imposante de notes et de documents intéressants, ce qui lui permit d'écrire, à son retour, une œuvre considérable, dans un style plein de verve et de fantaisie, mais dépourvue de toute méthode scientifique. Citons parmi ses nombreux ouvrages : l'*Histoire naturelle des Oiseaux d'Afrique* (1799-1808), l'*Histoire des Perroquets* (1801-1895) et l'*Histoire des Calaos* (1804).

Digitized by Google

Le Vaillant s'apparente étrangement à Buffon, dont il est quelque peu le disciple, car le châtelain de Montbard, lui aussi, n'avait point le tour d'esprit d'un systématicien et sa manière de grouper les oiseaux était rudimentaire. Pour lui et pour ses deux collaborateurs, Philibert Gueneau de Montbeillard et Gabriel Bexon, ce qui importe

Fig. 82. — La migration de la cigogne blanche (d'après Mortensen).

avant tout, ce sont les types sensationnels : le rossignol, l'hirondelle, l'oiseau-mouche, le cygne, le paon ou les perroquets, qui permettent les belles envolées, les morceaux somptueux, les théories de phrases charmantes et poétiques, semées d'images tendres et délicates, qui n'ont souvent rien de commun avec la science. Tel est le rouge-gorge « qui se hâte d'entrer dans les forêts pour y retrouver sous le feuillage qui vient de naître, sa solitude et ses amours », ou encore les fauvettes que l'on voit « s'égayer, s'agacer et se poursuivre ; leurs attaques sont légères et ces combats innocents se terminent toujours par quelques chansons ». Les amours des oiseaux sont le leit-motiv que le public aime à retrouver sous mille variantes, la lyre dont Buffon excelle à pincer les cordes. Il n'est vraiment à l'aise que lorsqu'il tient un grand premier rôle, dont il va pouvoir brosser un morceau exceptionnel, où s'étaleront toutes les couleurs de sa palette, où brilleront l'harmonie et la grâce des périodes d'un style magnifique. C'est cela qu'on a aimé et que l'on admire toujours dans Buffon, son style prestigieux plus que sa science, mais ce fut là son grand mérite et son éternel titre de gloire. Son *Histoire naturelle* a fait époque, car pour la première fois, la littérature prenait possession du domaine scientifique, et du même coup gagnait à cette cause la faveur du grand public cultivé. Et par là Buffon a rendu un inestimable service à la zoologie. Son œuvre, lue et relue, reproduite en de nombreuses éditions, traduite en plusieurs langues, a répandu et développé le goût des sciences naturelles, qui fut si vif au XIXe siècle.

Tandis que Buffon ou ses collaborateurs magnifiaient ainsi l'ornithologie, Linné, né la même année que lui, en 1707, en un éclair de génie venait d'unifier le mode, jusqu'alors désordonné, de la nomenclature : il fixa dans son *Systema naturae*, édition de 1758, la règle désormais suivie qui veut qu'on désigne chaque forme animale ou végétale par deux noms latins, le premier étant celui du genre, le second celui de l'espèce. Dès lors, plus de terminologie compliquée et difficile à retenir, plus de phrases embrouillées et vagues, mais une dénomination précise et claire.

Dans cette même fructueuse et belle période, un ouvrage fondamental voyait le jour : l'*Ornithologie* de Mathurin-Jacques Brisson, le premier des grands descripteurs français. Conservateur de la riche collection d'oiseaux de Réaumur, Brisson appliqua son esprit méthodique à créer les règles de l'art de décrire les oiseaux minutieusement et sur un plan uniforme, qui permet une étude comparée facile et profitable des formes parentes. Ses descriptions sont faites avec une exactitude scrupuleuse, en passant successivement en revue toutes les parties du corps.

Cet art exige un vocabulaire technique spécial, qui s'est progressivement perfectionné au XIXe siècle, tout en devenant du même coup extrêmement compliqué.

C'est encore un autre puissant ornithologiste français, Louis Vieillot, un éminent créateur de genres, malheureusement trop méconnu, qui a su établir les règles définitives de l'art de formuler les « diagnoses » ou descriptions succinctes mais suffisantes, en un style télégraphique et dont l'usage s'est conservé.

Louis Vieillot naquit à Yvetot en 1748, mais suivit tout jeune sa famille à Saint-Domingue, où il s'enthousiasma pour l'histoire naturelle. Banni pendant la Révolution, il se réfugia aux États-Unis, puis revint en France, où un petit emploi qu'il obtint dans les Bureaux du *Bulletin des Lois* lui permit de poursuivre ses travaux et d'écrire en particulier la superbe série des articles d'ornithologie systématique et descriptive du *Nouveau*

Digitized by Google

Dictionnaire d'histoire naturelle. Vieillot mourut oublié, à Rouen, en 1831.

Il fut le chef de file de toute une pléiade de savants français qui s'illustrèrent au cours du XIXe siècle : le baron de la Fresnaye, le prince Charles-Lucien Bonaparte, Polydore Roux, Christophe Lapommeraye, de Lamotte, Crespon, Degland, Gerbe, Jaubert, Bouteille, Jean-Baptiste Bailly et bien d'autres.

Fig. 83. — Côme-Damien Degland (mort en 1856), auteur de l'*Ornithologie européenne*, revisée par Gerbe en 1867. (En uniforme de médecin militaire; d'après une miniature propriété de sa famille)

C'est que le XIXe siècle a vu l'ornithologie mettre en pleine valeur ses divers territoires. Riche d'une masse imposante de documents inlassablement rassemblés au cours des trois siècles précédents, elle allait dresser la somme magnifique de nos connaissances sur le monde des oiseaux.

Alors que Belon en estimait à 300 le total des formes répandues sur la surface entière du globe, Brisson, à la fin du XVIIIe siècle n'en dénombrait pas moins de 1.500 espèces. Puis, les découvertes furent si rapides que, vers 1830, Cuvier admettait l'existence d'environ 4.000 espèces d'oiseaux, nombre qui s'accrut jusqu'à 11.162, d'après le dénombrement de G.-R. Gray en 1871 et qui ne doit pas être actuellement loin de 20.000.

Il fallut donc se hâter d'adapter les classifications trop sommaires de Linné et de Cuvier, lequel subdivisait, en 1817, la classe des oiseaux en six groupes, c'est-à-dire les types classiques et populaires des Palmipèdes, Echassiers, Oiseaux de proie, Gallinacés, Grimpeurs et Passereaux. Fatalement toutefois, la systématique devint de plus en plus compliquée, car elle dut tenir compte de tous les caractères, tant anatomiques que morphologiques, et se proposa en même temps d'enchaîner les groupes suivant leurs affinités. L'établissement de cette classification rationnelle s'est montré des plus ardus, à cause de la grande homogénéité des représentants de la classe des oiseaux; aussi, au cours de ces dernières décades, s'est-on vu forcé de morceler les types cuviériens en de nombreux ordres, dont les noms sont habituellement terminés par le suffixe *formes* : Passériformes, Piciformes, Strigiformes, Galliformes, etc.

La recherche, très active depuis quelques années, des variétés géographiques locales, a démontré que les conditions du milieu, l'isolement et autres facteurs créent des races quelque peu différentes les unes des autres. On les nomme maintenant des sous-espèces. De là est venue la nécessité d'introduire une nomenclature un peu plus précise que celle de Linné, en adjoignant une troisième appellation désignant la sous-espèce, ex. : *Corvus cornix sardonius*, la Corneille de Corse.

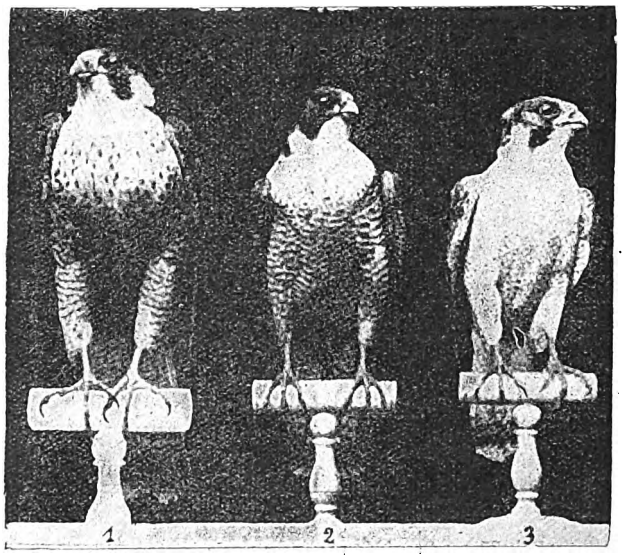


Fig. 84 — Trois sous-espèces différentes du Faucon pèlerin (Cliché Lavauden).

1. *Falco peregrinus peregrinus* Vunst. ♀ ad Falaises d'Etretat.
2. *Falco peregrinus punicus* Lev. j. ♀ ad. Saint-Marcellin, Isère.
3. *Falco peregrinus pelegrinoides* Temm. ♂ ad. Camargue. *(Rev. franç. d'Ornith.)*.

Cette nomenclature, dite ternaire, a eu quelque difficulté à s'imposer, mais elle est adoptée désormais par tous les bons ornithologistes.

Aux voyages hardis et aventureux des temps passés, ont succédé aux XIXe et XXe siècles des expéditions scientifiquement équipées, avec tout le matériel indispensable. De longues croisières ont rayonné autour du monde et ont exploré toutes les terres mal connues; l'ornithologie en a reçu

Digitized by Google

une très vive impulsion. Citer, ne fût-ce que les principales, dépasserait largement et de beaucoup les limites de cet article (1).

En se basant sur les gigantesques progrès accomplis, il fut possible de couronner l'édifice élevé à la gloire des oiseaux par de puissantes synthèses. Quelques savants, embrassant l'ensemble de notre savoir, employèrent leur génie et leur patience à élever des monuments grandioses, dont l'ampleur même nous remplit d'admiration. Il suffira, à titre d'exemples, de citer les suivants.

Ce fut d'abord un catalogue des genres d'oiseaux, *A List of Genera of Birds*, dû à George Robert Gray, assistant au British Museum de Londres, où est réunie la plus complète et la plus belle des collections d'oiseaux : elle compte un demi-million de spécimens ! Ce catalogue parut en 1840-41. Il fut complété de 1844 à 1849 par un ouvrage général sur le même sujet.

ctique, c'est-à-dire de la région qui englobe l'Europe le nord de l'Afrique et l'Asie septentrionale et moyenne. Cet ouvrage magistral en trois volumes, qui a paru de 1910 à 1922, contient la description de toutes les espèces et sous-espèces de la région ; il sera complété par des suppléments qui paraîtront de temps à autre.

Ce qu'Hartert a fait pour le paléarctique, Ridgway, du Museum national des États-Unis, lequel contient une collection hors pair d'oiseaux américains, l'a entrepris pour l'Amérique du Nord. Ses *Birds of North and Middle America* comprennent neuf épais volumes.

Une dernière conquête marquante des derniers lustres a été l'étude méthodique des migrations, basée surtout sur le baguement des oiseaux. Le pionnier de ces investigations, si fécondes en résultats, fut le Danois Mortensen, qui, en 1899, fixa des anneaux d'aluminium, dûment catalogués,

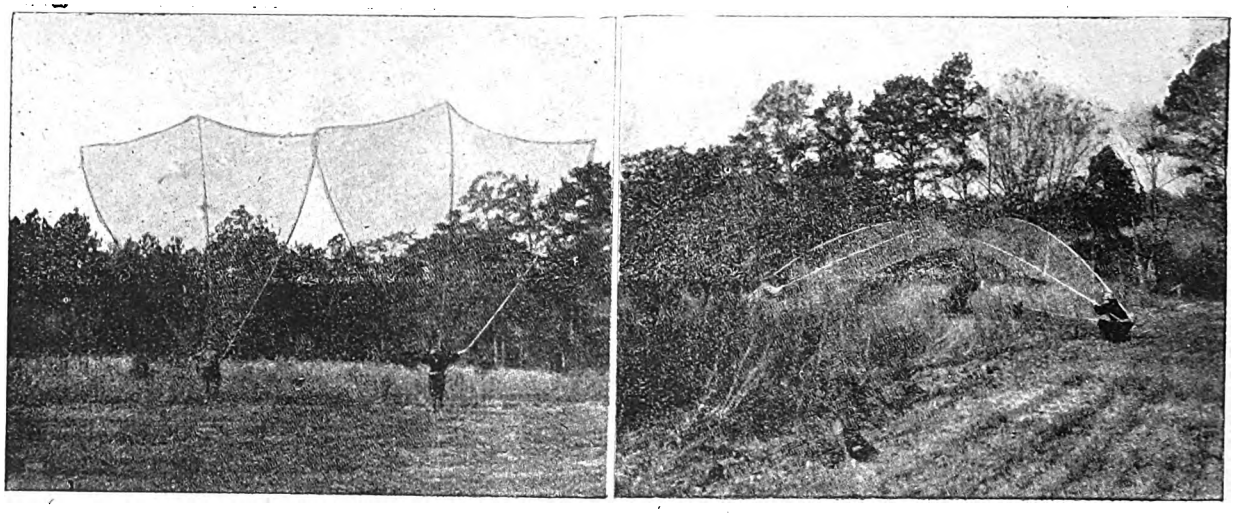


Fig. 85. — Procédés récents pour la capture des oiseaux, en vue de leur baguement (photos prises en décembre 1924, par Stoddard, dans le Grady County, Géorgie, U. S. A.).

Le compatriote de Gray, Richard Sharpe, chef du département ornithologique du même Muséum, entreprit ensuite le gigantesque catalogue des oiseaux du British Museum, dû à plusieurs spécialistes. C'est l'œuvre systématique la plus formidable, puisqu'elle contient, en 27 volumes, la description de toutes les espèces.

Une autre superbe collection est celle du Tring Museum, près de Londres, propriété de l'Hon. W. Rothschild, dont les matériaux ont servi de base à de nombreuses monographies, en particulier celle de E. Hartert, les *Oiseaux de la Faune paléar-*

à 165 jeunes étourneaux et continua ses expériences jusqu'à sa mort récente.

Après lui, le mouvement se généralisa. En Europe et en Amérique, de nombreux spécialistes et même des Associations se multiplièrent à la tâche. Le pleine lumière se fit ainsi sur ce passionnant problème, les routes de migration furent repérées, les dates de départ et de retour furent enregistrées.

Tout récemment, la méthode de baguement s'est perfectionnée en Amérique par l'aménagement de trappes destinées à capturer facilement les oiseaux adultes, en vue de leur annellation. Ces dernières expériences, inaugurées par l'American Bird Banding Association, sont actuellement poursuivies par le Biological Survey de Washington qui, en 1922, a lancé une publication périodique

(1) On en trouvera le détail dans l'ouvrage qui vient de paraître : M. Boubier. *L'Evolution de l'Ornithologie*, 1 vol. de 308 pages, Paris (Alcan), 1925.

Digitized by Google

très originale destinée à fournir aux opérateurs les renseignements les plus variés sur la question.

Ce n'est pas le seul périodique ornithologique. Avec le *Journal für Ornithologie* et l'*Ibis*, qui paraissent depuis le milieu du XIXe siècle, des Revues toujours plus nombreuses, éditées par des Sociétés ornithologiques de tous pays, voire même de l'Australie, du Japon et de la République Argentine, contribuent à répandre le goût des études sur les oiseaux. En France, il faut citer le *Bulletin de la Ligue française pour la protection des oiseaux*, l'*Oiseau*, et tout particulièrement la *Revue française d'ornithologie*, organe de la Société du même nom. Elle tient une belle place dans la corporation actuellement si importante, et dontl es progrès sont fort réjouissants, des amateurs et des savants qui s'occupent avec zèle de l'étude et de la protection des oiseaux.

Maurice Boubier,
Docteur ès-Sciences.
Président de la Société Zoologique de Genève.

CAUSERIE CHRONOMÉTRIQUE

I. — Plus heureux que le royal élève qui, jadis à la cour de Ptolémée recevait les leçons de géométrie du célèbre Euclide, mais réclamait en vain pour lui-même un chemin royal où il aurait pu parcourir plus aisément les sévères étapes de sa première initiation à la Science de l'étendue, — plus heureux vraiment que ce prince égyptien de l'antiquité, le plus modeste élève de nos écoles d'horlogerie peut aujourd'hui réaliser son rêve, avec un effort personnel des plus limités et n'exigeant d'autre labeur de la pensée que l'*apprentissage de la probité intellectuelle*, apprentissage réciproque et partagé à l'atelier près de l'outil et du tableau noir, entre le maître et l'élève, — l'un apprenant à se faire comprendre, et l'autre apprenant à comprendre.

II. — Or, pour qui veut connaître l'état actuel des grands faits et l'évolution des idées qui, depuis une cinquantaine d'année, ont renouvelé la science et la puissance réalisatrice de l'horlogerie, et du même coup, pour qui veut assumer la tâche de parler *fidèlement et simplement* de la *science appliquée*, aujourd'hui la plus directement mêlée aux progrès des sciences physiques, il paraît particulièrement commode d'adopter, non pas la stricte marche historique des faits, mais de préférence le mode d'exposition familier à l'atelier ou au laboratoire.

Bien que dans le domaine des faits fondamentaux de la Chronométrie tout soit nombre ou figure, pour rappeler brièvement l'œuvre de l'immortel Galilée et du profond Huygens, il nous sera commode de profiter des avantages que peuvent nous offrir certaines réalisations de l'horlogerie avec lesquelles tout le monde est aujourd'hui bien familiarisé.

III. — Or, grâce aux sports, nous sommes depuis longtemps familiers avec les chronographes portatifs.

Au dernier et récent congrès de Chronométrie, quelques questions assez simples ont été posées à leur endroit, d'autres plus compliquées concernent les conditions de la précision des Chronométrages des vitesses des avions, mais elles ne concernaient pas les jeux olympiques et elles ont été *reportées à plus tard.*

Quoi qu'il en soit on peut admettre que *l'on possède aujourd'hui de bons chronographes courants* évaluant leur comptage au 5e de seconde.

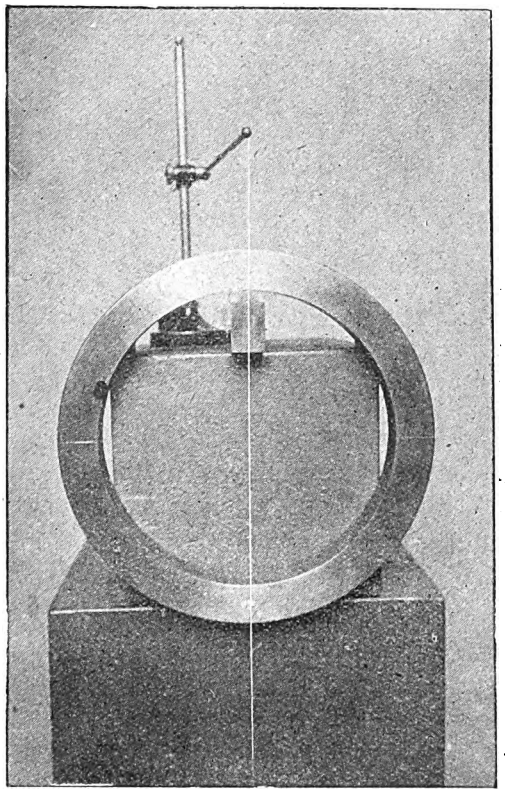


Fig. 86. — Le plus simple des pendules composés.

Cette modeste approximation va nous être immédiatement utile, pour entrer de plein pied en contact avec le problème du pendule, envisagé dans ses éléments réels.

Au lieu d'envisager ce problème fondamental comme un problème abstrait de mécanique rationnelle, examinons tout d'abord la figure 86.

Digitized by Google

Cette figure reproduit la photographie d'une couronne cylindrique en fonte ; *Homogène et pesante*, comme on dit dans les problèmes abstraits de la Mécanique rationnelle, elle repose, par son cylindre interne, sur un fort couteau dont l'arête horizontale est parallèle aux génératrices de la nappe interne, comme à celles de la nappe externe, mais coïncide sensiblement avec une génératrice de la nappe interne de la couronne.

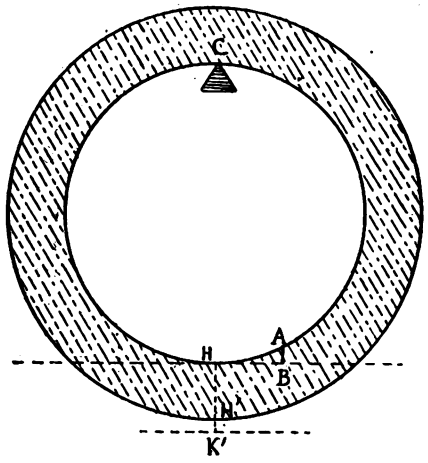


Fig. 87. —

Cette couronne réalise un pendule composé de forme éminemment simple, dont les deux éléments utiles à connaître : l'épaisseur e et le rayon interne r sont aisément mesurables avec une notable précision.

Le centre de gravité de ce pendule est au milieu de l'axe idéal horizontal du trou circulaire intérieur et vide ; la forme simple de ce solide de révolution permet une évaluation facile de la longueur du pendule *simple*, synchrone des vibrations de notre couronne de fonte oscillant sur son couteau support.

Rappelons tout d'abord la signification bien connue de ces mots : *pendule simple synchrone, équivalent au pendule composé donné.* — La longueur d'un fil idéal qui, soutenant une très petite bille pesante, oscillerait synchroniquement avec le pendule donné définit ce pendule simple.

Huygens a donné une règle très simple nous permettant de trouver ici le pendule simple synchrone de tout pendule composé, connaissant dans celui-ci la répartition des masses élémentaires qui le composent. Sur la figure 87 nous donnons le résultat de la règle d'Huygens appliquée à notre couronne homogène, dont nous avons mesuré avec précision l'épaisseur e et le rayon interne r.

Envisageons sur la figure 87, la génératrice de la courbure interne qui est diamétralement opposée à l'arête du couteau, cette seconde génératrice est représentée en projection sur le plan d'oscillation (confondu avec le plan du dessin), au point H de cette figure.

Dans ce plan, considérons l'épaisseur HH' et rabattons-la sur une corde HA de même longueur ; abaissez alors le point H' sur la verticale d'une quantité H'K' égale à l'excès de niveau du point A sur le niveau de H, en sorte que cet excès AB est égale à la chute H'K' ; le centre de la petite bille matérialisant l'extrémité du pendule synchrone coïncide alors avec le point K' ; or les 3 points C, H, et A forment les trois sommets d'un triangle rectangle dont l'angle droit a précisément le point A pour sommet, et par suite $H'K' = AB = \frac{e^2}{2r}$, en sorte que la longueur du pendule simple synchrone de notre couronne oscillante est $CK' = 2r + e + \frac{e^2}{2r}$; désignons-la par l.

Conséquence pour la mesure de la gravité au laboratoire au moyen de la couronne pendulaire de la figure 86 ; la gravité ou l'accélération de la chute des corps, produite par la pesanteur, *celle-la même dont Galilée proposait la détermination par la chute ralentie d'une bille roulant sur un plan incliné*, se mesurera au laboratoire par le comptage (devant un fil à plomb et par le top d'un chronographe) de la durée de 200 oscillations consécutives au moins, de notre couronne pendulaire. De la durée T des 200 oscillations d'une part, et de la formule classique du pendule due à Huygens nous aurons pour déterminer la gravité g l'égalité $\frac{T}{200} = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ d'où la détermination de g aisément au millième de sa valeur. Une mesure de ce genre est courante dans un laboratoire de mécanique ou dans les exercices pratiques d'un enseignement réaliste des mathématiques de l'ingénieur.

IV. — Aux figures 86 et 87, nous rattacherons dans cet exposé le signalement des remarques diverses qu'il y a lieu de faire sur l'emploi du pendule pour la mesure du temps ; ces remarques se sont imposées peu à peu aux artistes. A l'astronome Villarceau aussi on doit, à propos du pendule et à propos des organes réglant des chronomètres, des observations géométriques très simples, mais de haute importance pour l'appréciation des circonstances mécaniques qui peuvent plus ou moins favoriser ou plus ou moins contrarier le caractère sensiblement isochrone des vibrations propres à la mesure du temps. Avant de nous arrêter sur les remarques si fines et si précises de Villarceau, signalons dans le vocabulaire favori des horlogers qui ont écrit sur leur art une expression qui revient souvent avec faveur dans l'appréciation des qualités de précision du pendule ; il y est *souvent parlé* de la *puissance*

Digitized by Google

réglante du pendule, sinon avec précisions, du moins avec une confiance absolue. D'où vient cette confiance? on aimerait en connaître quelque peu le motif.

Est-ce la masse du pendule? est-ce l'approximation naturelle et déjà approchée de la faible variation de la durée de l'oscillation à l'égard des petites variations de l'amplitude angulaire de cette oscillation. Avant le célèbre mémoire de Villarceau dans les Annales de l'observatoire de Paris, où, pour la première fois, fut signalée la remarquable propriété du frottement constant à l'égard des vibrations pendulaires, la puissance réglante du pendule ne fut réellement, dans les écrits horlogers, qu'une simple expression verbale.

Au contraire, avec Villarceau se fit jour tout d'abord cette idée simple et féconde : la représentation graphique des mouvements pendulaires simples, qui possèdent l'isochronisme régulier, que l'on a appelé l'isochronisme sinusoïdal, est toujours réductible à un mouvement schématique plan circulaire et uniforme dont la projection, sur une droite du plan, est bien une vibration pendulaire simple *et réciproquement :* toute vibration pendulaire simple interprétée en mouvement rectiligne peut toujours être ainsi obtenue.

Cette propriété purement géométrique n'est d'ailleurs qu'une interprétation de la méthode de Huygens ; elle n'est au fond qu'un simple graphique représentatif, un schéma constructeur ; le constater ne diminue en rien l'importance de l'œuvre de Villarceau ; la grande découverte de Sadi-Carnot est née elle aussi d'un schéma graphique emprunté à Clapeyron à propos de l'étude nouvelle des machines à feu ; mais le modeste schéma n'en a pas moins donné à Carnot l'une des lois générales de la Thermodynamique.

Le schéma de Villarceau est devenu lui aussi pour la Chronométrie un outil de recherches, et pour rester sur l'exemple d'illustration qui nous est offert par la figure 86, il est bien facile de lui rattacher sous une forme familière, et sans formule mathématique, l'explication de la bonne chance qui a favorisé le développement de la précision des horloges.

A l'examen de la figure 86, qui oserait prétendre qu'un simple couteau puisse suffire à réaliser ce que la mécanique rationnelle *appelle audacieusement un axe d'oscillation?* L'audace est permise devant le tableau noir, mais intolérable quand la précision expérimentale se perfectionne de plus en plus et varie continuellement ses objectifs opératoires, comme le montra *Bessel* dans sa patiente enquête sur le couteau des pendules et principalement sur les pendules dits de gravité, parce que *spécialement employés pour les mesures de la gravité à la surface du globe terrestre.*

Hâtons-nous d'ajouter que les expériences d'illustration rappelées plus haut n'auraient certes pas la précision des mesures géodésiques de la pesanteur, mais en revanche elles restent fort instructives. Sans doute elles restent insuffisantes pour les mesures géodésiques de la gravité, mais utilisées dans le cadre d'un laboratoire auxiliaire des mathématiques de l'ingénieur, dont nous parlions tout à l'heure, elles peuvent devenir éducatrices dans une école d'horlogerie, et, associées à l'idée féconde de Villarceau, fournir une base expérimentale pour compléter la sécurité de l'isochronisme approché, à l'égard des résistances passives que l'on peut rencontrer en horlogerie.

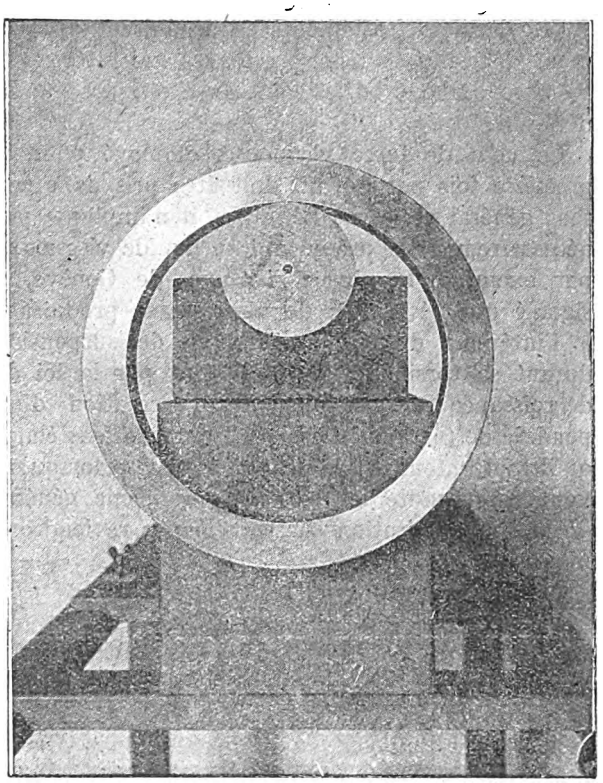


Fig. 88. — Pendule à roulement montrant la possibilité d'une mesure optique des résistances au roulement.

Dans cet ordre d'idées on a pu s'avancer encore avec profit, et élargir beaucoup le champ des vibrations pendulaires ; nous savons en effet aujourd'hui, par une extension précise des idées de Villarceau, que toute oscillation engendrée par une force de rappel régulière — c'est-à-dire proportionnelle à l'écart angulaire du solide oscillant, par rapport à son point mort, qui est sa position d'équilibre, conserve un isochronisme rigoureux, lorsqu'à la force de rappel viennent s'opposer des résistances

Digitized by Google

passives ou frottements assez variés, que nous allons énumérer. :

1° Le frottement constant, déjà signalé par Villarceau ; 2° le frottement visqueux, ou le frottement balistique à faible vitesse, dont le caractère numérique est d'être à chaque instant proportionnel à la vitesse angulaire actuelle du solide oscillant ; 3° la combinaison de ces deux frottements ; 4° le frottement proportionnel à la valeur absolue de l'écart au point mort.

Ces derniers frottements se produisent précisément dans des systèmes oscillants qui intéressent les chronomètres ou les horloges élastiques qui en dérivent.

Le nom de force visqueuse, employé pour la première fois par Cornu, doit être pris dans son sens général ci-dessus défini, et il n'implique pas nécessairement la présence d'un liquide visqueux ; par exemple, le physicien Guye, de Genève, a signalé une résistance de viscosité se produisant à l'intérieur d'un fil métallique de suspension durant sa torsion et se traduisant par la loi de décroissance des amplitudes d'oscillation d'un pendule de torsion. C'est aussi dans ce sens élargi qu'il faut entendre la *résistance visqueuse*, lorsqu'on veut comprendre les lois du mécanisme général de la synchronisation sur lequel nous reviendrons un peu plus loin.

V. — Commentons maintenant sur la figure 87, une variante de la figure 86 ; dans cette variante nous pourrons utiliser les notions que l'horlogerie doit à Villarceau.

Ici au lieu d'un couteau à fine arête, nous voyons comme cylindre-support un cylindre fixe sur lequel peut rouler la face interne de notre même couronne cylindrique. Où sont ici les résistances passives?

1° D'une part, la résistance au roulement, provenant, dans les idées admises, d'une avance linéaire constante de la réaction normale qui en constitue le bras de levier par rapport à la génératrice de contact du cylindre fixe et de la couronne interne ; cette réaction produit en dernier résultat un moment constant de roulement dans le cas des petites oscillations et d'autre part la résistance balistique de l'air se traduisant finalement par une résistance proportionnelle à la vitesse angulaire de l'orientation du solide rouleur c'est-à-dire, pour l'ensemble, à une résistance visqueuse et à un frottement constant. Dans cet exemple on aboutit, pour de petites oscillations, et quoi qu'il n'y ait pas ici d'axe d'oscillation proprement dit, à un mouvement pendulaire d'orientation, dont une étude optique est réalisable ; j'en ai indiqué le principe dans mon petit volume sur les *Organes réglants des chronomètres* (Magron éditeur, Bienne et Besançon, 1922).

Dans cet exemple et beaucoup d'autres analogues, un mouvement dépendant d'une seule variable géométrique (ici la variable définissant l'orientation du solide rouleur) *ou une variable qui lui est proportionnelle* permet de photographier une image mobile dont les bornes latérales inscrivent par la loi de décroissance des amplitudes d'un graphique pendulaire auxiliaire, et le coefficient de frottement et le coefficient de viscosité ; les mesures définitives s'obtiennent sur un cliché final, au moyen d'un comparateur à deux microscopes. Le modèle de cette figure est quelque peu schématique, mais dans cet ordre d'idées il est facile d'agrandir le mouvement linéaire observable du centre du cercle troué en n'utilisant qu'une petite portion du cercle rouleur et en compliquant un peu l'équipage lesté, solidaire de la surface de roulement.

VI. — Au dernier congrès de Chronométrie, on a pu admirer une très intéressante réalisation de cinématique chronographique dont la subdivision de la durée est pour ainsi dire microscopique. Malheureusement, je n'ai pu m'en procurer le cliché, toutefois je m'en voudrais de ne pas signaler ici cette belle réalisation de M. Guillet.

(A suivre.)

Jules ANDRADE,
Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Janvier 1926). — *Théorie des nombres. M. Ph. Le Corbeiller* reprend ses travaux sur les substitutions du groupe modulaire Γ attaché au corps $\sqrt{-P}$ (où $P \equiv 1$ ou 2 mod. 4) ; à chaque substitution il avait associé une équation du 2e ordre, dont il avait interprété les racines en géométrie cayleyenne ; il applique ce résultat pour indiquer, notamment, des formes quadratiques conservées par des substitutions loxodromiques du groupe, d'angle $2\pi : n$; ($n = 2, 3, 4, 6$).

Théorie des fonctions. 1. A l'aide de ses propres résultats sur les valeurs exceptionnelles des fonctions entières d'ordre fini, M. *E.-F. Collingwood* démontre par une méthode nouvelle un théorème récent de M. Valiron sur la distribution des valeurs d'une fonction entière.

2, 3, 5. Soit $f(z)$ une fonction, holomorphe pour $|z| < 1$, et de module < 1 ; formons $f_1 \equiv f(z), \ldots, f_n(z) = f[f_{n-1}(z)]$; la

Digitized by Google

suite $f_n(z)$ convergera pour toute valeur de z, de module <1. M. *Julius Wolff* donne de ce théorème deux démonstrations dont la première contenait une restriction superflue : la continuité de $f(z)$ pour $|z|=1$. M. *Arnaud Denjoy* retrouve le même résultat par une élégante méthode, d'un caractère plus élémentaire.

4. M. *G. Valiron* donne une extension nouvelle au théorème récent de M. *Paul Lévy sur* les fonctions entières; n étant un entier quelconque, soit z_n une valeur de z pour laquelle le rang du terme maximum est n, et $\varphi(z)$ le rapport entre ce terme et le module maximum de la fonction pour la valeur $|z|$ du module de la variable; la série $\Sigma\varphi_n(z)$ est divergente. Or, si l'on remplace dans cette dernière série φ_n par $\varphi_n : \rho[1 : \varphi_n]$, où ρ est une fonction indéfiniment croissante (mais à croissance aussi lente que l'on veut) la nouvelle série *peut converger*, comme il résulte des recherches de ces deux Auteurs.

Analyse. 1. Considérons une équation linéaire aux dérivées partielles d'ordre quelconque, à caractéristiques imaginaires décomposables; M. *Maurice Gevrey* montre que l'on peut traiter les problèmes aux limites relatifs à cette équation sans utiliser la fonction de Green, ce qui est important dans le cas où les coefficients ne sont pas dérivables. L'Auteur envisage successivement le cas des données nulles, et de données continues. La méthode sert pour des conditions aux limites de forme très générale.

2. M. *Mandelbrojt* donne des généralisations de ses théorèmes sur les séries de Taylor à lacunes; par exemple, si $\lim_{i=\infty}\left\{\left|a_{n_i}\right|+\ldots+\left|a_{n_i}+k_i\right|\right\}=0\left(\lim n_i=\infty=\lim k_i\right)$ il y a sur le cercle de convergence $|z|=1$ un point au moins qui n'est pas un pôle.

3. M. *Ladislas Nikliborc* énonce divers résultats sur la forme des développements des fonctions de deux couples de variables (r_1, φ_1) (r_2, φ_2) satisfaisant à des équations telles que $\Delta_1 u=0, \Delta_2 u=0, \nabla_1 u=0, \nabla_2 u=0$, : en particulier, il envisage des cas où ces fonctions sont hyperharmoniques dans une couronne hypersphérique.

4. Envisageant les séries entières de la forme $F(x)=\Sigma f(n)x^n$ où $f(z)$ est le produit d'une fonction rationnelle par une fonction entière, à module moins croissant que $e^{z(z)}$, — M. *J. Kampé de Fériet* donne de la fonction $F(x)$ une représentation valable dans tout un demi-plan; la méthode s'appuie sur la remarque suivante : $F(x)$ n'ayant que trois points singuliers $0, 1, \infty$, peut être uniformisée par la fonction modulaire $x=\varphi^8(\tau)$

5. M. *J.-F. Ritt* recherche les fonctions méromorphes $f(z)$ telles que $f(z+m)$ ou $f(mz)$ (m, constante donnée) soit une fonction algébrique de $f(z)$; il s'appuie sur le théorème de M. Picard et parvient à des combinaisons de fonctions elliptiques et de fonctions entières.

6. M. *D. Mordoukhay-Boltovskoy* reprend et généralise un théorème de Tchebychef qui établit une liaison entre les fonctions représentables en termes finis et à coefficients tayloriens rationnels a_n d'une part, et l'ordre de grandeur du plus grand diviseur premier du dénominateur de a_n, d'autre part.

7. M. *René Lagrange* utilise le calcul tensoriel pour rechercher toutes les représentations conformes telles que f désignant une fonction p-harmonique sur une variété, ρf soit p-harmonique sur la variété transformée.

Géométrie infinitésimale. M. *A. Myller* reprend le problème de l'habillage des surfaces en généralisant les conditions de Tchebychef : il ne suppose plus que les quadrilatères infiniment petits du réseau soient nécessairement des losanges; il montre que la solution du problème dépend de l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles.

Mécanique céleste. 1 et 2. Utilisant une transformation de M. Levi-Cività, M. *Kiveliovitch* forme les conditions d'un choc binaire dans le problème des trois corps. Le calcul peut être explicité et conduit, dans un cas particulier à un résultat obtenu antérieurement par M. Chazy.

Élasticité. 1. Précédemment, M. *R. Chambaud* avait étudié le problème des voûtes circulaires épaisses soumises à une résultante passant par le centre; ses résultats lui permettent de calculer le potentiel élastique de la voûte, et, par là, d'apporter une intéressante critique de la notion de rotation moyenne des sections droites, et de celle de glissement moyen. La loi qu'on admet à ce sujet en résistance des matériaux est inexacte; on doit introduire un facteur de correction, fonction de la courbure, qui atteint 1,2 pour les pièces rectilignes.

2. S'appuyant sur des résultats de M. Kolossoff et de M. Hilbert, M. *V. Fock* ramène la solution du problème plan d'élasticité à celle d'une équation intégrale de Fredholm, au sujet de laquelle il énonce divers résultats.

Hydrodynamique. M. *A. Liénard* reprend l'étude du tourbillon sphérique de Hill et montre qu'il admet une solution simple, de forme plus générale.

Calcul des probabilités. Dans une première série d'épreuves on a obtenu ν cas favorables sur n épreuves; dans la seconde, ν_1 sur n_1; quelle est la probabilité pour que la probabilité de l'événement dans la première série soit plus grande que dans la seconde série? Laplace a donné de ce problème une solution assez longue. M. *Charles Jordan* en présente une autre qui fournit l'expression exacte du résultat par une méthode bien plus simple, et qui est susceptible elle-même d'évaluations approchées très rapides : à titre d'exemple, l'auteur reprend le problème de la masculinité des naissances à Paris et à Londres.

Statistique mathématique. M. *Constant Lurquin* étudie la méthode de covariation dont il souligne l'importance en statistique; il développe ses résultats antérieurs sur un certain opérateur différentiel dont l'étude systématique pourrait servir de base à une algèbre de la covariation.

René GARNIER.

Physique

Coefficient de viscosité de l'eau en valeur absolue. — Les mesures de la viscosité des liquides ont une grande importance théorique et pratique. Des théories cinétiques ont été proposées pour relier les propriétés des liquides à celles des gaz; elles font intervenir la viscosité et se perfectionneront lorsque des mesures nombreuses donneront une base solide au calcul. Dans l'industrie, on utilise couramment les mesures viscosimétriques pour caractériser un certain nombre de liquides, notamment les huiles et les pétroles.

Ces mesures sont faites habituellement par la méthode du tube de Poiseuille : on compare le temps que met le liquide à s'écouler par un tube étroit à celui que met l'eau dans les mêmes conditions, ce qui relie la viscosité du liquide à celle de l'eau. On conçoit toute l'importance que présente la connaissance, en valeur absolue, de la viscosité de l'eau. C'est ce qui a engagé M. Leroux (1) à en reprendre la détermination.

M. Leroux a utilisé l'entraînement d'un fluide com-

(1) Thèse, Paris, 1925.

Digitized by Google

pris entre deux cylindres concentriques indéfinis dont l'un est animé d'un mouvement de rotation uniforme. Un cylindre mobile C dont l'axe coïncide avec celui de deux cylindres identiques servant de cylindres de garde, est suspendu par un fil de torsion. Un cylindre extérieur C' concentrique peut tourner avec une vitesse uniforme. Si on place un fluide entre les deux cylindres, par suite de la viscosité, le cylindre suspendu C se trouve entraîné et on peut calculer le couple qui s'exerce sur lui.

La réalisation pratique de cette méthode, théoriquement très simple, ne va pas sans de grandes difficultés. M. Leroux, par le soin qu'il a apporté à la construction et à l'étude de son appareil, pense pouvoir répondre d'une précision au moins égale à $\frac{1}{200}$. Le tableau suivant donne les valeurs de la viscosité n à diverses températures t.

t	n
0	0,0178
10	0,0130
20	0,0101
30	0,0082
40	0,0067
50	0,0057

Ces résultats concordent avec ceux que Tharpe et Rodger avaient obtenus par la méthode de Poiseuille, mais leur précision semble supérieure.

M. Leroux n'a constaté aucune anomalie de la viscosité au voisinage de 4°.

Il a vérifié que la vitesse de rotation est sans influence sur la viscosité en faisant des mesures à température constante avec des vitesses de rotation variables; dans les limites de température où il a opéré, la viscosité de l'eau a été trouvée indépendante de la vitesse à moins de $\frac{1}{200}$ près; à ce degré de précision on peut donc affirmer que l'eau ne possède pas de rigidité. A. Bc.

T. S. F.

La « vie » des triodes à filament de tungstène. — Jusqu'à ce jour, très peu d'études ont été faites sur la durée de fonctionnement des lampes utilisées en T.S.F., sujet qui ne manque pourtant pas d'intérêt. L'opinion vulgaire est que la vie d'un certain type de lampe est une sorte de constante, exactement comme le facteur d'amplification, par exemple. Cette affirmation est complètement erronée et c'est pour avoir des idées précises sur la question que le laboratoire de recherches de la General Electric Company, à Schenectady, a entrepris une série d'essais méthodiques et rationnels sur la durée des triodes.

Comme le fait remarquer M. W.-C. White qui a relaté ces essais, le sujet présente une certaine analogie avec celui des statistiques sur la vie humaine. La personne qui consulte ces statistiques ne peut évidemment déduire de leur lecture la durée exacte de son existence, mais elle peut se former une opinion plus sûre sur les différentes causes de la mort; il lui est donc possible de lutter plus efficacement contre ces causes. De même un constructeur de triodes aura un gros intérêt à connaître la tenue de ces dernières en service et leur durée de fonctionnement.

Les essais de durée ont donc pour but :

1° d'étudier les propriétés des nouveaux modèles;

2° de choisir les dispositions les plus avantageuses dans la construction des triodes;

3° de contrôler la régularité de la fabrication des triodes de type courant;

4° de choisir les matériaux les plus convenables pour la construction de triodes de longue durée;

5° de comparer les divers procédés utilisés pour faire le vide;

6° de faire connaître les modifications qui se produisent dans les caractéristiques des lampes au cours de leur fonctionnement;

7° d'examiner l'influence que peuvent avoir sur la vie des lampes les conditions de fonctionnement (position, température extérieure, etc.).

A première vue, il semble assez facile de réaliser ces essais, mais l'expérience montre que si l'on ne prend pas bien soin de tous les détails, les résultats peuvent être nuisibles parce qu'ils engendrent des idées fausses. Il faut de plus que les essais soient effectués dans des conditions se rapprochant autant que possible de celles dans lesquelles les lampes doivent fonctionner. Enfin, il faut les mener d'une façon continue parallèlement à la production : il vaut mieux expérimenter sur quelques unités à intervalles courts et réguliers que sur de grosses quantités à intervalles plus espacés.

Nous ne décrirons pas en détail l'installation employée à la G.E.C°; il suffit de savoir que les lampes sont classées suivant l'emploi auquel on les destine : détectrice, amplificatrice, émettrice, etc. Dans chaque catégorie, elles sont placées par petites quantités dans des compartiments séparés, ceci afin d'éviter des oscillations à haute fréquence, parasites causés par des fils de connexion trop abondants. Un système de fiches permet de repérer à chaque instant la situation des essais qui sont fréquemment interrompus pour permettre l'examen des lampes; on note soigneusement toutes les variations dans les conditions de fonctionnement, obtenues ou provoquées.

Bien que les essais entrepris depuis plus de deux ans aient porté sur un millier de lots et environ dix mille triodes il faut se garder de généralisations hâtives; on peut cependant formuler les résultats généraux suivants :

1° la durée des triodes étant fonction de beaucoup de facteurs, il est délicat d'étendre les résultats d'un essai à ce qui semble être un cas semblable. En d'autres termes, le même essai, entrepris six mois ou un an plus tard, peut ne pas donner des résultats comparables;

2° des détails qui peuvent paraître insignifiants ont un effet très marqué sur la durée. Des lots semblables présentent des variations très grandes de durée, et il est parfois très difficile de connaître les causes de ces différences;

3° jusqu'à ce moment, il a été impossible d'établir une méthode permettant de tirer des conclusions valables d'un essai de durée « poussé » de quelques jours seulement;

4° il a été aussi impossible d'obtenir des relations quantitatives entre la durée et la tension plaque par exemple ou les autres facteurs de fonctionnement;

5° plus particulièrement, des essais ont été faits pour étudier l'influence d'allumages et d'extinctions répétées du filament. Des triodes avaient leurs filaments allumés pendant une demi-heure et éteints pendant la demi-heure suivante et ainsi de suite; d'autres triodes étaient allumées en permanence. Toutes les autres conditions de fonctionnement étaient les mêmes. Les résultats obtenus montrent nettement qu'il n'y a pas de variations dans la durée de fonctionnement. Cependant, lorsqu'on utilise des tensions de chauffage élevées, il semble que l'allu-

Digitized by Google

mage intermittent a un effet nuisible sur la vie de la lampe ;

6° pour les lampes à filament thorié une augmentation de 10 % de la tension aux bornes du filament en diminue la vie de moitié. Dans ces lampes, l'émission thermionique du filament pour des conditions de fonctionnement données croît d'environ 20 % pendant la première moitié de l'essai de durée, pour décroître ensuite, l'essai étant arrêté lorsque l'émission thermionique est tombée à peu près à la moitié de son émission initiale.

On voit par ce très court exposé combien la question envisagée est complexe ; il ne sera possible d'obtenir quelques conclusions fermes qu'après un temps assez long d'essais continus. P. A.

Biologie

Le polymorphisme alaire chez les Hémiptères aquatiques. — M. Raymond Poisson, jeune zoologiste d'avenir, attaché à la Faculté des Sciences de Caen, a publié, sous le titre : *Contribution à l'étude des Hémiptères aquatiques* (*Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, t. 58, p. 51 à 306, 35 fig., 13 planches doubles) un important mémoire, où l'on trouvera une foule d'observations nouvelles sur la morphologie, l'anatomie, la cytologie de ces Insectes, sur leur répartition géographique, sur l'accouplement, la ponte, l'éclosion et le développement post-embryonnaire. Mais c'est à l'étude du polymorphisme alaire que s'est surtout attaché M. Poisson, et c'est ce problème, fort intéressant au point de vue de la variation et de l'adaptation, que nous allons examiner ici avec lui.

Qu'il existe, dans les différents ordres d'Insectes, des espèces où l'un des sexes est ailé et l'autre aptère, c'est là un fait d'observation banale. Mais les entomologistes savent aussi que, parmi les représentants d'une espèce ailée, il arrive que les ailes sont plus courtes que normalement, ou très courtes, ou rudimentaires, ou même absentes. Chez diverses espèces d'Hémiptères aquatiques, ce phénomène est parfois très accusé, allant du macroptérisme à l'aptérisme ; il paraît obéir à certaines lois, mais celles-ci ne sont pas les mêmes pour chaque espèce. Comme le polymorphisme alaire est intimement lié à la question du vol chez ces Insectes, M. Poisson commence par étudier au point de vue anatomique et histogénétique les muscles du vol chez les formes à ailes réduites ou nulles, comparativement aux muscles des formes à ailes normales. La question était de savoir si la régression des ailes entraîne celle des muscles vibrateurs, ou si, au contraire, l'atrophie musculaire entraîne l'atrophie alaire.

Eh bien, il ne paraît pas y avoir de parallélisme étroit entre la disparition des muscles du vol et celle des ailes, du moins chez les Hémiptères aquatiques. M. Poisson a constaté en effet qu'il n'est pas exact, comme l'ont prétendu divers auteurs, que le muscle strié, frappé d'immobilité pendant un certain temps, perd sa striation transversale. Celle-ci persiste, chez des espèces comme la Ranatre par exemple, qui ne vole pas sa vie durant ; la fibrille striée apparaît ainsi comme une formation particulièrement stable, et le mouvement vibratoire ne paraît pas être le facteur déterminant de sa genèse. D'autre part, on rencontre des individus aptères possédant des muscles vibrateurs, et des individus à longues ailes privés de muscles de vol. Mais si l'atrophie des ailes n'est pas nécessairement liée à l'atrophie des muscles vibrateurs, quel en est le déterminisme ? Des expériences et des recherches biométriques de M. Poisson il résulte qu'aussi bien l'aptérisme que le microptérisme sont héréditaires. Ils ne paraissent relever ni de la nourriture, ni de la température. Mais, ça et là, au cours de la vie de diverses espèces, les formes à ailes plus ou moins courtes ou nulles surgissent comme autant de mutations ; celles-ci, une fois établies, se transmettent héréditairement. M. Poisson indique les raisons pour lesquelles les formes à ailes rudimentaires ou nulles peuvent être envisagées, jusqu'à un certain point, comme des espèces naissantes. A. Drz.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

L'avenir de la métallurgie en Angleterre. — L'invention du procédé Thomas avec lequel on peut produire économiquement l'acier avec des minerais phosphoreux marqua le début de la dépression dans la situation industrielle de l'Angleterre. Jusqu'en 1880, il n'y avait que les pays possédant de grands gisements de minerais de fer faciles à exploiter et contenant peu de phosphore qui pussent aspirer à réussir comme producteurs d'acier. Il faut actuellement de fortes importations de minerai de fer pour assurer la marche des usines métallurgiques anglaises. En 1913, les relevés mensuels renseignaient une importation moyenne de 675.000 t. par mois ; en 1924 ce chiffre était tombé à 500.000 t. de minerai. Dans le premier trimestre de 1925 ce chiffre était de 425.000 t. Cette réduction coïncidait avec une augmentation dans les importations de blooms, billettes, platines et fil-machine. En 1913 la moyenne des importations de ces produits s'élevait à 79.500 t. Elles s'élèvent actuellement à 104.000 t. Ce changement a provoqué le manque de travail dans les charbonnages, dans les usines fabriquant le fer et l'acier, les laminoirs et les nombreuses usines reliées aux aciéries et aux laminoirs.

Dans certains cas, en Angleterre, les frais de transport du minerai dépassaient la valeur de ce minerai chargé sur wagon à la mine. Rien qu'en frais de transport, on paie de 25 à 50 % de la valeur de la fonte. Comment, dans ces conditions l'Angleterre pourrait-elle lutter sur les marchés d'exportation contre les producteurs étrangers qui peuvent embarquer leurs aciers avec bien moins de frais de transport. A l'avenir il sera impossible de construire des usines métallurgiques en Angleterre quand ces usines devront s'adresser aux sociétés de chemins de fer pour le transport de leurs matières premières ou de leurs produits finis. Tant que l'industrie métallurgique ne jouira pas de tarifs réduits pour le transport et l'embarquement de ses produits, il lui sera impossible de lutter. (*Engineering*, 23-10-25.) E. P.

Chimie industrielle

Le raffinage du sucre. — Le raffinage du sucre a surtout pour but de livrer à la consommation un produit blanc. La moindre coloration jaunâtre amène une dépréciation notable du prix de vente. Aussi s'agit-il d'éliminer autant que possible les matières colorantes, problème qui, jusqu'à présent, semble mieux résolu pour le sucre de betterave que pour le sucre de canne. C. M.

Digitized by Google

Keyworth a tracé dernièrement un bref exposé de la question (1).

Le sucre à raffiner, dont la couleur varie du jaune pâle au brun foncé arrive recouvert d'une couche de mélasse qui exerce durant le transit un rôle protecteur, mais contient une grande proportion de matières colorantes. Cette couche disparaît par lavage.

Puis le sucre est mis à dissoudre dans des cuves à double fond à l'aide desquelles on se débarrasse des corps insolubles les plus volumineux. La solution contient environ 50 à 60 % de sucre. S'il s'agit de sucre de canne, elle est d'une acidité qu'il importe de corriger, car cette circonstance favoriserait l'inversion du sucre, et le sucre interverti est incristallisable. On neutralise par de la chaux. On peut aussi mélanger de sucre de betterave, légèrement alcalin.

Après filtration, on décolore, la liqueur, soit au noir animal, soit par des charbons décolorants. On peut aussi clarifier par carbonatation, procédé très utilisé pour le sucre de betterave. On ajoute à la liqueur un grand excès de chaux, de façon à former un saccharate de calcium. On précipite la chaux par l'acide carbonique sous forme de carbonate de calcium finement granulé. Les matières colorantes sont partiellement précipitées par l'addition de chaux et on entraîne ce qu'il en reste par le carbonate de calcium, avec les autres non-sucres présents. Après filtration, on obtient une liqueur claire.

On concentre ensuite, sous pression réduite, dans des cuves où on maintient la température entre 60° et 80°. On peut pousser la concentration jusqu'à sursaturation légère, puis abaisser la température. On peut encore, au moment de la sursaturation, ensemencer avec une certaine quantité de sucre afin d'avoir soit du sucre granulé, soit des cristaux blancs de dimensions diverses. On lave les cristaux, puis on sèche à l'air chaud dans de longs cylindres chauffés à la vapeur. Le sucre cubique se fait dans des moules.

Les sirops provenant du processus d'affinage sont bouillis aussi rapidement que possible, afin d'éviter la fermentation. On obtient ainsi des sucres brun foncé qui peuvent être vendus, une fois mélangés avec des liqueurs de sucre brut, ou même lavés à nouveau dans les centrifugeuses. Les sirops finaux sont très impurs et mélangés de mélasse. La mélasse se vend, soit pour conversion en alcool, soit pour sirop de table, après raffinage. On ne juge généralement pas économique de récupérer le sucrose de la mélasse.

Si la blancheur du sucre constitue pour le consommateur le critérium de la pureté, elle n'en est, en réalité, qu'un indice incertain. Le bleu d'outremer, employé pour la parachever n'est pas d'un usage recommandable. Il arrive que ce produit, sous l'influence de traces d'acide, se décompose et donne de l'hydrogène sulfuré. Le bleu d'indanthrène ne soulève pas la même objection, mais son prix élevé limite son usage. La teinte bleue peut se retrouver par dissolution du sucre dans l'eau. En réussissant par ces procédés à faire perdre toute couleur à la substance, il ne s'ensuit donc pas nécessairement que la pureté finale s'en trouve accrue. S. V.

(1) Chemistry and Industry, 17 juillet 1925.

Agriculture coloniale

Récoltes et rendements en Tunisie en 1924. — Il est instructif de parcourir les comptes-rendus d'exploitations agricoles françaises en Tunisie pour se faire une opinion sur l'agriculture tunisienne.

La Société des fermes françaises de Tunisie vient de publier ses résultats de 1924 et l'on peut y constater notamment d'énormes différences entre les rendements en blé de ses divers domaines.

Ainsi les productions à l'hectare sont comprises entre 0,10 quintal à l'hectare (145 ha. domaine de Saadia) et 13,40 quintaux (411 ha. 5, domaine Le Munchar). Dans l'ensemble les rendements sont de 7,25 quintaux sur 2.968 ha. Pour les avoines et orges les rendements ont pu atteindre 19,20 quintaux dans certains domaines. La moyenne est toutefois de 5,20. Pendant cette année la répartition des pluies n'avait pas été favorable aux céréales.

La vigne avec un rendement moyen de 81 hl. à l'hectare a donné un vin de degré plus élevé que précédemment. L'augmentation de la production du vignoble par la méthode de palissage sur fil de fer permettra dans ces domaines de ne pas faire de nouvelles plantations. C'est une application judicieuse de la méthode que M. Maroger s'était efforcé de préconiser dans la région de Nîmes où il obtenait de si remarquables résultats (1).

Par contre la culture du coton retient l'attention de cette entreprise et sera développée sur les domaines de la région de Bône sur une trentaine d'hectares.

Au point de vue de l'élevage on peut signaler que l'on pratique dans ces domaines le croisement méthodique des bovidés indigènes avec les races françaises et le zébu. On a pu constater que le croisement zébu donne à ce bétail une résistance de tout premier ordre au climat.

Dans les domaines qui s'y prêtent, les plantations d'oliviers sont poursuivies.

Ces quelques renseignements peuvent contribuer à fixer les idées sur les exploitations agricoles de Tunisie, leur évolution, mieux même à certain point de vue, que les statistiques officielles. L. R.

(1) E. Maroger, *La goutte d'eau. Culture intensive de la vigne dans le bas Languedoc.*

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 22 février, le colonel G. Perrier a été élu, par 35 voix, membre de la section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. Gentil, décédé.

Le colonel Perrier est né le 28 octobre 1872. Sorti en 1894 de l'École Polytechnique, dans un classement qui lui permettait l'accès de brillantes carrières civiles, il préféra l'Armée, mais ses obligations militaires n'aliénèrent point son goût inné pour la Géographie et, attaché, pendant près de vingt ans au Service géographique de l'Armée, il se consacra aux grands travaux géodésiques qui, de très bonne heure, le désignèrent à l'attention de ses chefs.

En 1901, il est désigné pour faire partie de la Mission envoyée dans l'Amérique du Sud pour la mesure d'un arc de méridien équatorial. Pendant cinq ans, la mission poursuivit ses opérations au milieu d'obstacles sans nombre et de tout son personnel, seuls, le colonel Perrier (alors capitaine) et le médecin de la mission, purent participer aux travaux, du commencement à la fin, de 1901 à 1906. Ces travaux comprennent principalement, outre les opérations

Digitized by Google

géodésiques et astronomiques nécessitées par la mesure de l'arc, les recherches sur l'intensité de la pesanteur, puis la triangulation de détail des régions parcourues, la topographie, le magnétisme, la météorologie, la récolte de nombreuses collections embrassant toutes les sciences naturelles collectives déposées au Muséum d'Histoire naturelle et au Musée du Trocadéro.

Outre sa célèbre mission en Equateur, le colonel Perrier s'en vit confier plusieurs autres : en 1910, il fait partie de la mission officielle envoyée en Allemagne pour étudier le Service géographique prussien ; en 1913 et 1914 il est membre des Commissions de délimitation au Maroc et en Albanie, en 1920, chef de la Mission de Syrie, et en 1921 chef de la Mission du Maroc, missions chargées de procéder aux travaux géodésiques et astronomiques primordiaux en vue des cartes régulières de ces pays.

On doit au colonel Perrier la reconstitution, dès 1919, de la section de Géodésie du Service géographique de l'Armée, qui avait été complètement désorganisée par la guerre, puis en 1920, la réorganisation de l'enseignement régulier de la géodésie et de l'astronomie de position, interrompu depuis 1914 Lorsqu'en janvier 1924, ses obligations militaires l'obligeaient à quitter la section de Géodésie, il laissait dans cet important service une nouvelle génération de géodésiens, formée par lui.

Nous ne pouvons, dans cette brève notice, que donner un rapide aperçu des principaux travaux du colonel Perrier, mais ses nombreuses publications sont aujourd'hui trop connues pour qu'il soit nécessaire d'insister plus longuement.

— Dans la séance du 1er mars, M. Frédéricq, professeur de physiologie à l'Université de Liége, a été élu au premier tour de scrutin, par 46 voix, correspondant dans la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de M. Bergonié, décédé.

— M. Kamerlingh Onnes qui avait été élu correspondant le 7 juin 1920, puis associé étranger le 9 décembre 1925, dans la section de Physique générale, vient de mourir. Il était né en 1853 à Groningen, Pays-Bas.

M. Kamerlingh Onnes, lauréat du Prix Nobel en 1913, était professeur de physique à l'Université de Leyde. Parmi les diverses questions qui ont fait l'objet de ses remarquables travaux, il convient de citer particulièrement ses recherches sur les basses températures.

— MM. Ch. Moureu, C. Matignon et P. Sabatier sont désignés pour représenter l'Académie au deuxième Congrès national de Chimie pure et appliquée que l'Association italienne de Chimie générale et appliquée tiendra à Palerme en mai 1926.

Congrès supérieur d'Hygiène publique de France. — MM. le Dr Julien Huber, médecin des Hôpitaux de Paris, et Grandjean, inspecteur général adjoint des travaux de la Ville de Paris, ont été nommés auditeurs (*J. O.*).

Congrès de bactériologie. — Un Congrès de bactériologie se réunira le 15 mai à Odessa. Il coïncidera avec le 40e anniversaire de l'Institut d'hygiène et de bactériologie d'Odessa, fondé par le professeur Metchnikov, et avec le 10e anniversaire de la mort de l'éminent bactériologiste. L. F.

Vie scientifique universitaire

Facultés des sciences. — Désormais, seront admis à s'inscrire en vue de la licence, avec dispense de baccalauréat, les canditats qui justifieront de la première partie du certificat d'aptitude au professorat dans les Écoles normales et les Écoles primaires supérieures (sciences et sciences appliquées) (*J. O.*).

Facultés de médecine. — Par dérogation aux articles 1er et 22 du décret du 10 septembre 1924, les étudiants en médecine ajournés à une matière ou aux deux épreuves d'une même matière des 1er, 2e, 3e et 5e examens de fin d'année à la session d'octobre, s'ils ont obtenu pour l'ensemble des autres matières de l'examen une moyenne d'au moins 7 points (maximum 10), seront admis à poursuivre leur scolarité sous condition de réparer leur échec à la session extraordinaire de mars. La même facilité pourra être accordée aux candidats ajournés en juillet dans les mêmes conditions et qui, pour des raisons reconnues valables par le doyen de la faculté, ne se seraient pas présentés en octobre.

En cas de nouvel ajournement, la scolarité que ces étudiants auront accomplie par dérogation à l'article 22 sera annulée et ils retomberont sous le coup des prescriptions dudit article.

Le bénéfice de cette mesure ne sera pas applicable aux étudiants ajournés à la session d'octobre à l'une ou à l'autre des épreuves orales du 4e examen (pathologie et accouchements).

En dehors de cette dérogation aux dispositions réglementaires, aucune dispense ne pourra être accordée. (*J. O.*)

— Un concours spécial d'agrégation des Facultés de médecine, pour deux places (section d'ophtalmologie) aura lieu le 22 mars 1926.

Juges titulaires : MM. Gérard (Georges), professeur sans chaire (clinique ophtalmologique) à la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Lille ; Cange, professeur de clinique ophtalmologique à la faculté mixte de médecine et de pharmacie d'Alger ; Rollet, professeur de clinique ophtalmologique à la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Lyon ; Lagrange, professeur de clinique ophtalmologique à la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Bordeaux ; Duverger, professeur de clinique ophtalmologique à la faculté de médecine de Strasbourg ; Truc, professeur de clinique ophtalmologique à la faculté de médecine de Montpellier ; Frenkel, professeur de clinique ophtalmologique à la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Toulouse.

Juges suppléants : MM. Teulières, agrégé près la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Bordeaux ; Jeandelize, agrégé près la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Nancy ; Cotte, agrégé près la faculté mixte de médecine et de pharmacie de Lyon. (*J. O.*).

Écoles de Médecine. — Le délai de publication au *Journal Officiel* de la date d'ouverture des concours pour l'emploi de Chef des travaux dans les Écoles de plein exercice et préparatoires de Médecine et de Pharmacie est fixé à trois mois. (*J. O.*)

Université de Paris. — *Faculté des sciences.* — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques du second semestre de l'année scolaire 1925-1926 se sont ouverts le lundi 1er mars 1926 et se continueront dans l'ordre suivant :

Analyse supérieure et algèbre supérieure. — M. Émile Picard. — Propriétés générales des fonctions aanlytiques de plusieurs variables avec des applications à certaines fonctions spéciales (fonctions abéliennes, fonctions hyperfuschiennes) : mercredis et samedis à 10 h. ½.

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Goursat. — Équations différentielles et équations aux dérivées partielles : lundis et jeudis à 9 h.

M. Denjoy. — Conférences en vue du Certificat de Calcul différentiel et calcul intégral : vendredis à 15 h. ½ et samedis à 17 h.

Analyse appliquée à la Géométrie. — M. Julia. — La représentation conforme : mardis à 14 h.

Mécanique analytique et Mécanique céleste. — M. Drach. — La transformation et l'intégration des équations de la dynamique. Intégrales quadratiques par rapport aux vitesses : mardis et vendredis à 15 h. 1/4.

Mécanique rationnelle. — M. Paul Montel. — Dynamique des systèmes et de la mécanique analytique : mardis et samedis à 9 h.

Digitized by Google

M. Denjoy. — Conférences de Mécanique rationnelle : samedis à 10 h. ½.

M. E. Cahen. — Conférences de Mécanique rationnelle : vendredis à 9 h.

Mathématiques générales préparatoires aux Sciences physiques. — M. Chazy. — Seconde partie du Cours de mathématiques générales : mardis et jeudis à 17 h. ½.

M. Le Roy. — Conférences de Mécanique : mercredis à 17 h. ½.

MM. E. Cahen et Michel. — Travaux pratiques de Mathématiques générales : lundis à 17 h. ½.

Astronomie. — M. Andoyer. — Théorie du mouvement des grosses planètes : lundis et mercredis à 9 h.

Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Kœnigs. — Moteurs thermiques et moteurs hydrauliques : jeudis à 16 h. et samedis à 14 h. — Travaux pratiques : lundis et jeudis de 8 h. ½ à 12 h.

M. Willey. — Conférences : lundis et mercredis à 17 h. 1/4.

Mécanique des fluides et applications. — M. Métral. — Résistance générale des fluides (Étude complète du mouvement plan) : mardis et vendredis à 10 h. 3/4.

MM. Brillouin, Bouligand, Camichel, Eydoux, Hadamard, Roy, Villat, etc. — Conférences sur la Mécanique des fluides (consulter les affiches spéciales).

M. Toussaint. — Conférences sur l'Aérodynamique appliquée (Résistance des éléments d'un aéronef. Lois de similitude) : mercredis à 17 h. ½.

Physique. — M. Cotton. — Électricité : mardis et vendredis à 10 h. 3/4.

M. Leduc. — Thermodynamique : mercredis à 14 h. Interrogations et exercices sur les matières du cours : vendredis à 14 h. — M. A. Guillet fera les lundis et jeudis à 14 h. des compléments et exercices.

M. Decombe dirigera les manipulations de Physique tous les jours de 8 h. ½ à 11 h. ½.

Physique théorique et physique céleste. — M. Sagnac. — Lois des mouvements des étoiles doubles et des nébuleuses : lundis et vendredis à 16 h.

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet. — Courants alternatifs et applications industrielles : mardis et jeudis à 9 h. 3/4.

Optique appliquée. — M. Ch. Fabry. — Photométrie : lundis et jeudis à 10 h. 3/4.

M. Dunoyer. — Conférences sur les instruments d'optique : lundis et jeudis à 9 h. 1/4.

M. Henri Chrétien. — Conférences sur le calcul des systèmes d'optique : mardis et samedis à 9 h. ½. (Travaux pratiques le lundi et le mardi à 14 h.).

Physique du globe. — M. Maurain dirigera des visites et exercices pratiques dans les stations d'observation.

M. Dongier. — Chaleur solaire et mouvements généraux de l'atmosphère : lundis à 10 h. ½. Climatologie : samedis à 10 h. ½.

M. Labrouste. — Séances de travaux pratiques : jeudis de 9 h. à 12 h.

Aviation. — M. Marchis. — Cours préparatoires au certificat de technique aéronautique.

M. Toussaint. — Conférences sur les méthodes de mesure en aérodynamique et travaux pratiques : samedis après-midi.

Chimie. — M. Urbain. — Classification des métaux alcalins. Métaux alcalino-terreux. Métaux de la famille magnésienne. Thermodynamique physique : mardis et vendredis à 14 h.

M. A. Job. — Atomistique des réactions et de l'évolution des systèmes chimiques : lundi à 9 heures. — Chimie des Métalloïdes, famille de l'oxygène, famille du chlore : jeudis à 9 h. ½.

M. Marcel Guichard. — Étude de quelques métaux : mercredis et vendredis à 10 h. ½.

M. Auger. — Conférences de chimie analytique : mardis et samedis à 9 h.

M. Gain. — Manipulations de chimie générale : jeudis de 16 h. ½ à 18 h. ½ et vendredis de 13 h. ½ à 17 h.

Mme Ramard-Lucas. — Série aromatique : lundis et jeudis à 10 h. ½.

M. Freundler. — Conférences de chimie organique : série grasse à partir des acides (inclus) : mercredis et vendredis à 2 h.

Chimie physique. — M. Jean Perrin. — Le professeur dirigera des conférences et discussions sur les travaux de recherches en cours d'exécution au Laboratoire : lundis à 16 h. (Réservé aux travailleurs du Laboratoire.)

M. Mouton. — Conférences sur les substances à l'état colloïdal (sols et gels) en particulier sur les substances ayant une importance biologique : lundis à 17 h.

Physique générale et Radioactivité. — M. Debierne. — Conférences de chimie organique et Radioactivité. (Les propriétés des électrolytes. Les rayons X) : jeudis à 14 h.

Chimie biologique. — M. G. Bertrand. — Composition élémentaire de la matière vivante : mardis et vendredis à 14 h.

M. Javillier. — Conférences sur le fonctionnement chimique des organismes : lundis et samedis à 17 h. ½. Travaux pratiques, les mercredis et samedis de 14 h. à 17 h. ½.

Chimie appliquée. — M. Chabrié. — Métallurgie des métaux usuels. Fabrication des couleurs pour la peinture. La tannerie. La saponification des graisses : mardis et samedis à 11 h.

M. Boulanger dirigera les manipulations les lundis et jeudis, à 13 h. ½ et les mardis et mercredis à 14 h.

Minéralogie. — M. Wallerant. — Propriétés optiques, polymorphisme et isomorphisme des cristaux : lundis et jeudis à 10 h. 3/4.

M. Mauguin. — Description des espèces minérales (suite) : mercredis et samedis à 8 h. 3/4.

Les travaux pratiques auront lieu les mercredis et samedis de 9 h. 3/4 à 12 h.

Anatomie et histologie comparée. — M. Wintrebert. — Squelette des vertébrés : mardis et jeudis à 16 h.

Travaux pratiques préparant au Certificat de zoologie : jeudis et vendredis de 8 h. ½ à 12 h.

Zoologie. — M. Hérouard. — Morphologie des Échinodermes, des Procordés et des Protozoaires : mardis et jeudis à 14 h. ½.

Biologie expérimentale. — M. E. Rabaud. — Conditions de la persistance et de la disparition des espèces : mercredis à 10 h. et vendredis à 14 h. Démonstrations pratiques, les 2e et 4e samedis à 14 h. (En vue de la préparation au Certificat d'Embryologie générale).

Physiologie générale. — Les échanges d'énergie chez les végétaux : jeudis et samedis à 10 h. ½ (En vue de la préparation aux Certificats de Physiologie générale et de Botanique).

Physiologie végétale. — M. Lapicque dirigera des conférences sur les recherches en cours au Laboratoire : mercredis à 14 h.

M. Laugier dirigera les travaux pratiques en vue du Certificat : mercredis à 8 h. ½ et jeudis à 13 h. — Conférences complémentaires : samedis à 15 h.

Physiologie comparée. — M. Portier. — Étude du système nerveux et des glandes à secrétions internes dans la série animale : mercredis et vendredis à 17 h.

Evolutions des êtres organisés. — M. E. Picard. — Conférences d'embryologie générale (formes larvaires, métamorphoses, reproduction des insectes sociaux : lundis et mardis à 17 h.

Digitized by Google

Travaux pratiques du Certificat d'Embryologie générale : lundis de 13 h. ½ à 17 h.

Botanique.— M. Combes.—Plantes appartenant au groupe des Monocotylédones : lundis à 17 h. et vendredis à 10 h. ½.

M. H. Coupin dirigera les Manipulations les lundis de 13 h. ½ à 16 h. ½ et les mardis de 8 h. ½ à 11 h. ½.

Géologie. — M. A. Michel Levy. — Conférences de Pétrographie : lundis et mardis à 11 heures.

M. Joleaud. — Conférences de Paléontologie (Vertébrés) et de stratigraphie (terrains tertiaires et quaternaires) : mercredis et jeudis à 11 h.

M. A. Lanquine dirigera les travaux pratiques les mardis, mercredis et jeudis de 9 h. à 11 h.

Géographie physique. — M. L. Lutaud. — Conférences complémentaires sur le programme du Certificat de Géographie physique : jeudis à 14 h. ½. — (Excursions dans la région parisienne et dans le Massif central).

M. Dongier. — Climatologie générale. Etude détaillée de la climatologie de la France et des Colonies. Interprétation des cartes synoptiques quotidiennes : samedis à 10 h. ½.

M. J. Bourcart dirigera les travaux pratiques, les lundis et mercredis de 14 h. ½ à 16 h. ½. Conférences de topographie : jeudis à 16 h.

ENSEIGNEMENT PRÉPARATOIRE AU CERTIFICAT D'ÉTUDES PHYSIQUES, CHIMIQUES ET NATURELLES :

Physique. — (1re section). — M. Bénard. — Acoustique, optique, radiations : lundis et mardis à 9 h.

(2e section). — M. A. Dufour. — Électromagnétisme, acoustique, optique : jeudis et samedis à 9 h.

Conférences préparatoires au Certificat d'études S. P. C. N. et M. P. C. : mercredis à 16 h. ½.

M. Chéneveau dirigera les Manipulations de physique : lundis, mardis, vendredis et samedis de 13 h. ½ à 16 h. ½.

Chimie. — (1re section). — M. Tiffeneau. — Métalloïdes et métaux : jeudis et vendredis à 9 h.

M. Etaix dirigera les Manipulations de Chimie (série impaire) : lundis et mercredis de 13 h. ½ à 16 h. ½.

(2e section). — M. Péchard. — Métaux, Chimie organique : lundis et mercredis à 9 h.

Conférences préparatoires aux certificats S. P. C. N. et M. P. C. les lundis à 16 h. ½.

M. Gain dirigera les Manipulations de Chimie (série paire) : les mardis et jeudis de 13 h. ½ à 16 h. ½.

Zoologie. — M. R. Perrier. — Étude des groupes zoologiques les plus importants : vendredis à 10 h. ½ (section impaire) et jeudis à 10 h. ½ (section paire).

M. Bohn dirigera les Manipulations de zoologie : lundis, mardis, mercredis et jeudis de 13 h. ½ à 16 h. ½.

Botanique. — Physiologie végétale. Classification et reproduction des Plantes : lundis et mardis à 10 h. 1/4 (section impaire) et mercredis et samedis à 10 h. 1/4 (section paire).

M. Dauphiné dirigera les Manipulations de Botanique : mercredis, jeudis, vendredis et samedis de 13 h. ½ à 16 h. ½.

Géologie. — M. A. Dereims. — Leçons de géologie préparatoires au Certificat S. P. C. N. : mardis et jeudis à 16 h. 1/4. Les leçons seront complétées par des travaux pratiques et des excursions.

— *Soutenances de thèses.*— Le 5 mars ont été soutenues les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences : M. Trillat : « Rayons X et composés organiques à longue chaîne. Recherches spectrographiques sur leur structure et leur orientation ».

M. Botez : « Étude morphologique et morphogénique du squelette du bras et de l'avant-bras chez les primates ».

Le 6 mars, a été soutenue la thèse suivante pour le doctorat ès-sciences d'Université :

M. Valentin : « Contribution à l'étude des alliages ternaires ».

Faculté de Médecine. — M. Rathery, agrégé libre, est nommé professeur de Pathologie expérimentale et comparée.

M. Lemierre, agrégé, est nommé professeur de Bactériologie.

Muséum d'Histoire naturelle. — *Ecole pratique des Hautes Etudes.* — Le 5 mars, sous la présidence de M. Léon Perrier, ministre des Colonies, a eu lieu l'inauguration du Laboratoire d'Agronomie coloniale qui, après sa destruction par un incendie le 6 juin 1925, a été reconstruit à l'aide d'une souscription nationale organisée sur l'initiative de l'Académie des sciences coloniales et de l'Association française pour l'Avancement des sciences, par le groupement des associations scientifiques et coloniales : Union coloniale, institut colonial, société de géographie commerciale, colonies-sciences, comité du commerce et de l'industrie d'Indochine, etc.

En même temps a eu lieu la pose d'une plaque de marbre commémorant le souvenir des collaborateurs du Laboratoire morts pour la Science et pour la Patrie.

Institut national agronomique. — M. Cuvillier, ingénieur agronome, est nommé Chef de travaux d'agriculture, en remplacement de M. Boitel, mis à la retraite.

Université de Strasbourg. — Le 13 février a été soutenue la thèse suivante pour le doctorat ès-sciences naturelles :

M. V. Likhité : « Développement et biologie de quelques Ascomycètes ».

Université de Lyon. — La chaire de Physique à la Faculté des sciences est déclarée vacante. Un délai de vingt jours à dater du 1er mars est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

— L'installation des collections de Botanique phanérogamique du Prince Roland Bonaparte données par Mme la Princesse Georges de Grèce à la Faculté des sciences de Lyon est achevée. On sait, d'autre part, que les collections ptéridologiques sont à Paris, au Muséum national d'Histoire naturelle.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Faucheron, assistant à la Faculté des sciences, qui assume la conservation.

Université de Montpellier. — L'Université va célébrer, au mois de novembre prochain, le centenaire de la découverte du Brome. C'est, en effet, en 1826, que Balard, né à Montpellier, et professeur à la Faculté des sciences de cette ville, découvrit le Brome dans les eaux-mères des marais salants.

Balard fut ensuite professeur à la Faculté des sciences de Paris et au Collège de France.

Université de Bordeaux. — M. Portmann, agrégé, est nommé professeur d'Oto-rhino-laryngologie à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.

Université de Lille. — M. Desoil, agrégé, est nommé professeur de Zoologie médicale et pharmaceutique à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.

Université de Toulouse. — M. Laporte, agrégé, est nommé professeur de Pathologie interne à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.

Université d'Aix-Marseille. — M. Bosler, directeur de l'Observatoire de Marseille, chargé du cours d'astronomie à la Faculté des sciences est nommé professeur d'astronomie à la dite Faculté. L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 février 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rod. Fueter.* — **Sur les groupes improprement discontinus.**

Digitized by Google

— *Michel Petrovitch.* — **Intégrales définies portant sur les séries de Lambert généralisées.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Sur la détermination effective des points singuliers d'une fonction analytique donnée par son développement en série de puissances.**

CALCUL VECTORIEL. — *J. Sudria* (prés. par G. Kœnigs). — **Sur un théorème de calcul vectoriel.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Charles Jordan* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur l'inversion du théorème de Bernoulli.**

GÉOMÉTRIE. — *Axel Egnell* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur une propriété de courbure de certains espaces de Riemann.**

AÉRODYNAMIQUE. — *M. Girault* (prés. par M. Hadamard). — **Équations intrinsèques du mouvement plan parallèle des fluides visqueux incompressibles en régime permanent.**

— *Y. Rocard* (prés. par M. Hadamard). — **Conditions à la paroi des problèmes d'aérodynamique fournies par la théorie cinétique des gaz.**

MÉCANIQUE. — *Paul Appell.* — **Sur un principe de statique.**

— *R. Swyngedaw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur une méthode expérimentale d'étude du fonctionnement des courroies.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *V. Bjerknes* (prés. par M. Deslandres). — **De la température des taches solaires.**

Dans une note précédente (*C. R.* 182, 1926, p. 48), l'auteur a montré qu'un tourbillon horizontal, dont l'intensité croît d'en bas vers le haut, agit comme une pompe centrifuge, en élevant des masses dans la région de son axe. L'expansion adiabatique des masses élevées produit une dépression de température dans les parties centrales du tourbillon. Si le tourbillon croît en sens inverse, c'est-à-dire d'en haut vers le bas, les masses, dans les parties centrales, sont succes vers le bas et s'échauffent par la compression adiabatique. L'auteur pense que l'on peut ainsi expliquer par des mouvements tourbillonnaires l'existence soit de parties locales refroidies, soit de parties locales surchauffées du soleil.

ÉLECTRICITÉ. — *H. Pélabon* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur le mécanisme de la détection.**

Les granules diélectriques interposées entre les deux conducteurs d'un détecteur ont un double rôle : ils empêchent les deux conducteurs de se rapprocher par l'effet de la dilatation des pièces métalliques de l'appareil, en outre, ils jouent le rôle de ressorts, c'est-à-dire qu'ils se comportent à la manière du frappeur dans le cohéreur de Branly. Les particules isolantes devront être très élastiques, avoir les dimensions voulues pour que la distance de détection soit presque réalisée pour une pression très faible.

SPECTROSCOPIE. — *Léon Bloch, Eugène Bloch* et *Georges Déjardin* (prés. par M. Brillouin). — **Sur un second spectre d'étincelle du néon.**

Ce spectre entièrement nouveau du néon paraît devoir être considéré comme le spectre d'étincelle du second ordre de cet élément Ne III. Comme les spectres correspondants des autres gaz rares, il est tout entier situé dans l'ultraviolet, les raies les plus fortes et les plus caractéristiques se trouvant comprises entre 3.000 et 2.600 A.

— *Georges Déjardin* (prés. par M. A. Cotton). — **Excitation du second spectre du néon par choc électronique.**

Les phénomènes observés dépendent de l'intensité du bombardement électronique et surtout de la pression du gaz. Lorsque celle-ci est de l'ordre du $\frac{1}{100}$ ou du $\frac{1}{10}$ de millimètre de mercure, quelques raies du second spectre du néon apparaissent entre 48 et 50 volts. D'autres apparaissent sous une tension plus élevée, ainsi il en est qui ne peuvent être distinguées avant 52 ou 53 volts. Le spectre atteint son complet développement vers 60 volts.

POLARIMÉTRIE. — *E. Darmois* (prés. par M. Cotton). — **Mutarotation des mélanges de molybdates et de malate d'éthyle. Constitution probable des dérivés molybdomaliques.**

L'action de MoO^3 et des molybdates sur le malate diéthylique est nulle à froid ; à 100° elle est importante mais accompagnée d'une réduction de MoO^3 rendant les observations polarimétriques difficiles. Il faut opérer à 80°.

Comme pour les tartrates, la vitesse de la mutarotation ne devient notable que pour les molybdates plus basiques que $(MoO^4)^2H^3Na$. Elle dépend du rapport éther : MoO^3 et de la concentration totale.

La saponification du malate diéthylique s'opère en deux temps : 1° Formation du malate acide d'éthyle qui se combine à MoO^3 pour donner un composé gauche MoO^4, $2C^4H^4O^5Na$ (C^2H^5) correspondant aux proportions MoO^4Na^2 $2C^4H^4O^5$ $(C^2H^5)^2$.

2° Saponification ultérieure du deuxième groupe éthyle donnant le composé droit $4MoO^3, 2C^4H^4O^5Na^2$.

— **RADIOACTIVITÉ.** — *Albert Nodon* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Électromètre destiné à l'étude de faibles manifestations radioactives.**

L'instrument décrit par l'auteur est destiné à l'étude des phénomènes radioactifs de faible intensité. Il se compose d'une petite tige métallique verticale fixée sur un support en quartz dépoli. Une petite lunette grossissante munie d'une échelle micrométrique, permet de déterminer la position d'une feuille d'aluminium de quelques millimètres de largeur, suspendue en face de la tige chargée. Celle-ci, ainsi que la feuille, sont enfermées dans une enceinte métallique close dans laquelle se trouve une petite cage entourée d'un réseau à larges mailles dans laquelle on place les objets à étudier. Un récipient renfermant une substance desséchante est placé dans la caisse métallique, sous la cage. Un bouchon en métal disposé au-dessus de la tige chargée permet de fermer la caisse après chaque charge de l'électromètre.

— *J. d'Espine* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le ralentissement des rayons β par la matière.**

L'auteur a indiqué précédemment (*C. R.* 180, 1925, p. 1403) quelques valeurs des énergies des rayons β du Ra B+C. N'ayant pas tenu compte alors du ralentissement des rayons β dû aux parois de verre de l'ampoule de radon qu'il avait employée, il examine, dans cette nouvelle Note, ce ralentissement pour quelques-uns des groupes intenses de rayons β du Ra B et du Th B. Il a trouvé que la courbe qui représente la diminution de $H\rho$ de la raie forte du Ra B, de $H\rho = 1938$, en fonction de l'épaisseur des écrans, est une droite jusqu'à des écrans de 20 mg. par centimètre carré, indépendamment de la nature de l'écran employé. Au delà, la perte de la courbe s'accentue et cesse d'être linéaire. De même la diminution du $H\rho$ des raies fortes du Th B, de $H\rho = 1398$ et $H\rho = 1764$, se répartit linéairement en fonction des épaisseurs croissantes d'écran.

— *Max Morand* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la détermination directe de la proportion relative des isotopes du lithium.**

Une méthode pratique de production des rayons positifs a permis à l'auteur de faire des déterminations précises. La proportion des isotopes a été en corcondance avec le poids atomique du lithium : les nombres obtenus ont donné un rapport d'intensité compris entre 14 et 15, ce qui correspond à un poids atomique compris entre 6,93 et 6,94 en conformité avec les déterminations chimiques.

CRISTALLOGRAPHIE. — *G. Friedel.* — **Au sujet des acides gras et des corps smectiques.**

Dans une Note, récemment publiée, relative aux acides

Digitized by Google

gras à longue chaîne, MM. Ralph W.-G. Wyckoff, Franklin, L. Hunt et H.-E. Merwin ont mis en doute, sinon l'existence des corps smectiques, du moins le fait que les radiogrammes de ces corps diffèrent de ceux des cristaux comme l'avait antérieurement prévu l'auteur et comme l'avaient constaté M. de Broglie et M. Ed. Friedel.

M. G. Friedel démontre que les objections de ces auteurs sont basées sur une double confusion qu'il est nécessaire de dissiper.

— *Louis Longchambon* (prés. par M. Fred. Wallerant). — **Sur les acides tartriques.**

L'acide tartrique inactif ou antitartrique est mal connu ; l'auteur en a repris l'étude tant au point de vue de sa préparation qu'à celui de ses propriétés : il a pu l'isoler à l'état pur, anhydre et cristallisé, et aussi en cristaux renfermant une molécule d'eau ; il a également obtenu à l'état d'hydrate l'acide tartrique actif qui n'était connu qu'à l'état anhydre. L'acide racémique étant déjà connu anhydre et hydraté, nous avons donc aujourd'hui les trois acides tartriques sous les deux états.

L'auteur étudie les propriétés physiques et cristallographiques de l'acide antitartrique hydraté et anhydre et de l'acide actif hydraté.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Victor Lombard* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la perméabilité du nickel à l'hydrogène. Influence de la pression.**

Les résultats précédemment publiés par l'auteur (*C. R.*, 177, 1923, p. 116) sont confirmés par ces nouvelles recherches, à savoir que la perméabilité du nickel à l'hydrogène est une fonction exponentielle de la température et qu'elle varie proportionnellement à la racine carrée de la pression de passage du gaz.

La perméabilité, grande pour les très faibles épaisseurs, diminue d'abord très rapidement quand l'épaisseur augmente jusqu'à une fraction de millimètre, plus ou moins forte suivant la température, puis de plus en plus lentement.

— *J. Laissus* (prés. par M. L. Guillet). — **Cémentation des alliages ferreux par le tungstène.**

La cémentation par le tungstène donne des couches cémentées deux fois plus importantes que dans le cas du chrome ; la formation de la couche brillante a lieu à 800° au lieu de 1.100°, d'où un gros intérêt au point de vue de la surchauffe de l'acier ; ce constituant se développe d'autant plus vite que la température est plus élevée, que le temps de chauffage est plus long et que l'acier est moins carburé. L'acier cémenté par le tungstène prend, après polissage, un poli spéculaire comparable à celui du nickel ; il est relativement peu attaquable par l'acide sulfurique.

— *R. Cazaud* (prés. par M. L. Guillet). — **Recherches sur l'auto-aimantation des aciers à la torsion.**

L'intensité du courant primaire restant invariable, toute déformation de torsion engendre une variation de flux magnétique et corrélativement un courant induit.

Avec les aciers ordinaires recuits on observe une variation de flux négative au-dessous de 0,5 % de carbone et positive pour une teneur supérieure. Pour certains aciers la variation de flux avec la déformation de torsion est continue et positive ; la détorsion produit une variation de flux de même sens que la torsion, l'acier tendant ainsi vers un état de saturation magnétique complet sous l'effet de torsions répétées.

L'influence de l'écrouissage se traduit par une augmentation de la variation du flux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard* et *J. Savard.* — **Sur l'existence de l'isopulégone à l'état naturel. Isolement des pulégones α (iso) et β (ordinaire) et de leurs énols à l'état pur.**

De la pulégone ordinaire séparée par distillation de la menthe Pouliot, les auteurs ont extrait l'isopulégone. La pulégone contiendrait 16 à 18 % environ d'isopulégone et la séparation complète des deux formes a pu être réalisée. L'isopulégone naturelle est identique, au pouvoir rotatoire près, à celle qui résulte de l'isomération de la β pulégone. Les énols α se préparent comme les β et présentent le même dégré de stabilité.

— *P. Billon* (trans. par M. Moureu). — **Réduction d'oximes au moyen du sodium et de l'alcool absolu. Dédoublement des amines racémiques ainsi obtenues en leurs antipodes optiques au moyen de l'acide tartrique droit.**

La réduction des oximes s'est faite jusqu'à présent au moyen de l'électrolyse ou bien de l'amalgame du sodium en milieu acétique : le rendement en amines ne dépasse pas alors 60 %, tandis que, par le procédé d'hydrogénation par le sodium et l'alcool absolu, l'auteur a obtenu pour les amines cherchées, un rendement parfois voisin du rendement théorique, mais ne s'abaissant jamais au-dessous de 85 %.

Seul, le phénil-1-amino-1-éthane avait jusqu'ici été dédoublé en ses inverses optiques. L'auteur est parvenu à dédoubler le phényl-1-amino-1-propane, par cristallisations successives du tartrate acide droit de l'amine dans l'alcool absolu.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *B. Bogitch* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur la composition des mattes de cuivre.**

L'auteur a étudié les alliages Cu-S-Fe à l'état liquide, et à des températures voisines de la solidification. Dans les alliages l'addition de cuivre au-dessous de 3 % produit déjà une forte ségrégation ; au-dessus de 3 % l'alliage triple se sépare en deux couches de densités et de compositions différentes. Quand on augmente progressivement la proportion de cuivre, jusqu'à 50 % environ, la plus grande partie de ce métal passe dans la partie supérieure ; au-dessus de 50 % jusqu'à 94-95 %, la couche supérieure varie peu, le cuivre se rassemblant dans la couche inférieure ; à partir de 95 %, le cuivre ajouté passe de nouveau dans la couche supérieure.

On obtient finalement un alliage Cu^2-S-Cu, exempt de fer, et présentant deux couches superposées.

L. FRANCHET

LITHOLOGIE. — *André Duparque* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Sur la structure microscopique des Charbons de terre.**

L'étude d'un certain nombre de houilles et de charbons spéciaux (bogheads, cannel-coals) démontre que ces roches peuvent être considérées comme étant formées de deux constituants microscopiques : 1° des corps figurés d'origine végétale (tissus lignifiés, spores, algues) ; 2° une pâte colloïdale, sans structure ou « substance fondamentale », dont l'origine est nettement secondaire (postérieure au dépôt des corps figurés).

GÉOLOGIE. — *Mlle Yvonne Wahl* (prés. par M. Émile Haug). — **Observations tectoniques et stratigraphiques dans la région du lac d'Allos (Basses-Alpes).**

Ces observations sont relatives à la région du lac d'Allos situé au centre d'un petit massif de hautes montagnes limité, au Nord, par la vallée du Bachelard, affluent de gauche de l'Ubaye, à l'Est, par la vallée du haut Var, à l'Ouest, par la vallée du haut Verdon, au Sud, par la dépression du col des Champs. Il est à la limite des terrains charriés et autochtones. Les terrains charriés forment là une sorte d'éperon qui s'avance vers le Sud-Est, parallèlement aux cours supérieur du Verdon, et chevauche les couches autochtones affectées par des plis à large rayon de courbure.

— *J. Savornin* (transm. par M. Ch. Depéret). **Découverte d'or natif au Djebel Mekam près Berguent (Maroc oriental).**

Près Kasba Fokohine, l'auteur a reconnu, dans un filonet siliceux, des parcelles d'or natif. Dans l'échantillon recueilli, qui pèse moins de 500 gr., il y a près de 2 mg. d'or discernable superficiellement, sans briser cet échantillon,

Digitized by Google

GÉOLOGIE APPLIQUÉE. — *Maxime Coulin.* — **Sur un gisement de molybdénite du Maroc.**

L'auteur a étudié, en juillet 1924, un gisement de molybdénite en exploitation situé dans le Grand Atlas marocain, près d'Azegour, à 10 km. environ au Sud-ouest d'Amismiz. Le minerai est en rapport avec un large développement de grenatite dans un banc de calcaire fortement redressé, chargé de quelques lentilles de graphite et intercalé dans une série schisteuse métamorphisée au contact d'un massif de granite.

BOTANIQUE. — *R. Cerighelli* (prés. par M. L. Mangin). — **Influence de la lumière et de la température sur la germination des graines en absence de calcium.**

Dans la germination des graines de Pois, en absence de chaux : 1° la lumière n'exerce aucune influence sur la croissance de la racine et de la tige ; 2° la température exerce une action spéciale sur chacun de ces deux organes. Tandis que la racine atteint la même longueur à 11°, 15°, 21°, 24° et 34°, la tige ne présente les mêmes phénomènes que pour les températures supérieures à 11°. Par contre, à 10° et 11°, la tige s'accroît bien au delà de la limite qu'elle atteint aux autres températures.

— *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Sur les relations du système vacuolaire avec l'appareil réticulaire de Golgi dans les Végétaux.**

Les recherches de l'auteur démontrent que le système vacuolaire du *Saprolegnia* dans ses formes initiales prend, avec la méthode de Benslen, l'allure des canalicules de Holmgren, et avec les méthodes à imprégnation argentique, l'aspect caractéristique du réseau de Golgi. Ce dernier aspect correspond tout à fait aux figures obtenues par coloration vitale au rouge neutre. Ce résultat apporte une confirmation à l'opinion qu'il avait formulée antérieurement ainsi qu'aux conclusions de Corti et de Parat et Painlevé.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Brandza* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur l'influence de la chaleur et de l'évaporation rapide sur les Myxomycètes Calcarées vivant en plein soleil.**

Chez les Myxomycètes Calcarées vivant en plein soleil sur les toitures : 1° la couleur du péridium devient plus intense ; 2° la matière calcaire des sporanges se concentre dans le péridium qui s'épaissit, en assurant une protection plus efficace aux spores. Dans les mêmes proportions, le capillitium s'appauvrit en granules calcaires ; 3° dans tous les genres étudiés le capillitium devient *physaroïde*.

MYCOLOGIE. — *Pierre Georgévitch* (prés. par M. J. Costantin). — **Armillaria mellea (Val.) Quél., cause du dessèchement des forêts de Chêne en Yougoslavie.**

Les forêts de Chêne de la Slavonie subissent actuellement une crise très grave, menaçant de les détruire. Le dessèchement des troncs de chêne est produit par le mycelium d'*Armillaria mellea* qui détruit l'écorce et le cambium de la racine et du tronc et obstrue ensuite la lumière des vaisseaux de ces mêmes parties de l'arbre.

PHYSIOLOGIE. — *A. Quidor* et *Marcel-A. Hérubel* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la perception monoculaire du relief par l'observation directe**

La perception monoculaire du relief, contestée par les uns, admise par les autres et revendiquée par les borgnes, est un fait. Toutefois, la vision binoculaire, en permettant à chaque hémisphère de fusionner en une cérébrale unique les cérébrales élémentaires provoquées par les rétiniennes données par les deux cristallins, présente sur la vision monoculaire une supériorité plus ou moins grande, selon que les objets sont plus ou moins rapprochés.

— *H. Simonnet* et *G. Tanret* (prés. par M. Henneguy). — **Action de l'ergotinine sur l'utérus du Cobaye.**

De constatations sur l'utérus *in vitro* et en particulier sur l'animal gravide, il ressort que l'ergotinine cristallisée a une action utérine bien nette, qui, rapprochée de ses autres propriétés physiologiques, permet de la regarder comme un des principes vraiment actifs de l'ergot.

ENTOMOLOGIE. — *Pierre Lesne* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur une faunule coléoptérologique pliocène du nord de l'Angleterre.**

Les couches préglaciaires de Castle Eden (Comté de Durham), rapportées au pliocène moyen, ont fourni quelques rares débris d'Insectes Coléoptères que l'auteur a pu étudier. Sept formes ont pu être identifiées.

Le caractère le plus frappant de cette faunule résulte de ses affinités géographiques. L'Angleterre n'a conservé de représentants que de 3 des types médio-pliocènes identifiés, et, sur les 4 types qu'elle a perdus, 3 ne se retrouvent aujourd'hui que dans l'Europe centrale et orientale ou sur certains massifs anciens, s'étendant du Plateau central de la France à l'extrémité occidentale des Carpathes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Emile André* et *M^lle Th. Francois* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Contribution à l'étude des huiles d'animaux marins. Recherches sur l'huile de cachalot et le spermaceti.**

Le caractère de cire liquide n'est absolu dans aucun cas ; il prédomine dans les huiles de tête et de lard, mais celles-ci contiennent néanmoins de 15 à 18 pour 100 de glycérides. Par sa composition l'huile de chair musculaire se rapproche davantage des corps gras normaux ; elle contient plus de la moitié de son poids de glycérides, le reste étant constitué par des éthers d'alcools de haut poids moléculaire.

En résumé, les caractères des graisses retirées du corps du cachalot en font des produits intermédiaires entre les corps gras et les cires.

VACCINATION. — *M^me Phisalix* (prés. par M. Bouvier). — **Vaccination du lapin contre l'inoculation intracérébrale de virus rabique fixe, par inoculation sous-cutanée des mélanges virus-sérum de Vipère, de Couleuvre ou de Hérisson, avec excès de virus.**

L'auteur a recherché dans quelles conditions les mélanges virus-sérum naturel de Vipère, de Couleuvre et de Hérisson, inoculés sous la peau du lapin, sont susceptibles d'immuniser ce dernier contre la rage.

Les résultats fournis par les expériences font entrevoir une application possible de ces sérums à la vaccination antirabique, car ils pourraient en effet remplacer avec avantage le sérum antirabique de mouton dans les mélanges virus-sérum, préconisés en 1902 par A. Marie pour commencer la vaccination chez l'homme, dans les cas graves de morsure à la face ou d'intervention tardive, où il importe de gagner du temps.

CHIRURGIE. — *Loubat* et *Duférié* (prés. par M. H. Vincent). — **L'influence des ligatures vasculaires sur la gangrène gazeuse expérimentale.**

Par des expériences sur l'animal, les auteurs ont cherché à préciser le rôle favorisant de l'oblitération artérielle sur l'éclosion de la gangrène gazeuse, rôle qui paraît indéniable dans certains cas cliniques.

Les faits relatés dans cette Note montrent que si l'écrasement musculaire produit un terrain de choix pour l'évolution des microbes de la gangrène gazeuse, l'ischémie liée à l'oblitération de l'artère principale constitue de son côté une cause favorisante très importante pour l'éclosion et la diffusion de la gangrène gazeuse. Celle-ci revêt aussitôt une forme particulièrement grave si la virulence microbienne est nette. La ligature permet, de plus, l'accession à la virulence de cultures inoffensives pour les tissus sains.

P. GUÉRIN.

Digitized by Google

Séance du 22 février 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *B. Hostinsky.* — **Sur la transformation des expressions différentielles.** — *N. Saltykow* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'intégrale générale des caractéristiques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Paul Lévy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une théorie de la croissance.**

ASTRONOMIE. — *N. Boneff* (prés. par M. H. Andoyer). — **Sur l'origine des Satellites.**

L'auteur se base sur l'hypothèse que tous les satellites du système solaire ont été captés par leurs planètes respectives pendant les périodes de formation correspondante. Il montre par des équations les différents régimes d'attraction qui ont influencé les vitesses des satellites.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Thadée Pecsalski* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sublimation et cristallisation des métaux.**

Du chlorure de nickel, enfermé dans un tube de fer, est chauffé à 800°. La cémentation provoque la séparation de couches de fer de quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur. En différents points on observe des cristaux aciculaires et des cristaux cubiques. Ces cristaux sont composés de fer et de nickel.

Une baguette de cuivre entourée à sa partie inférieure de chlorure chromique est enfermée dans un tube de fer. On chauffe à 800° pendant 24 heures : on observe la cémentation de la baguette sur toute sa longueur, la formation d'un dépôt de chrome métallique sur les parties de la baguette de cuivre n'ayant pas été en contact avec le sel et enfin la formation de cristaux de cuivre déposés dans le sel et à son voisinage. Si on opère dans des tubes de pyrex, il y a dépôt de cuivre métallique sur la paroi du tube et le métal pénètre dans la paroi du verre.

— *Michel Samsoen* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur le changement de coefficient de dilatation des corps à l'état amorphe.**

L'anomalie de dilatation signalée antérieurement comme particulière aux silicates, puis comme s'étendant aux phosphates, aux borates et à l'anhyde borique à l'état vitreux, est, en réalité, une propriété générale de l'état amorphe. L'auteur est donc amené à conclure que tous les corps à l'état amorphe présentant une discontinuité pour une viscosité de l'ordre de grandeur de 10^{14} poises ; à cette discontinuité correspond un changement de toutes les propriétés physiques.

— *Jean A. Athanasiu* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'emploi de mélanges d'eau et d'alcool dans l'étude électrométrique des réactions par précipitation.**

L'auteur a essayé de supprimer les causes d'erreur dues à l'action parasite de la dissolution, dans les mesures potentiométriques. Il a remplacé le milieu aqueux par un système binaire monophasé, $C^2HO^5H—H^2O$, dans la proportion de 30 pour 100 en alcool absolu. L'emploi de ce système, dans la proportion d'alcool indiquée, exerce une influence manifeste sur les courbes potentiométriques de réactions par précipitation et, dans ces conditions, la courbe expérimentale se confond avec la courbe potentiométrique théorique.

— *S. Glixelli* et *Mlle Deniszczukowna* (prés. par M. Jean Perrin). — **Préparation et propriétés des solutions de l'acide antimonique.**

En hydrolisant à 0° pendant 12 à 24 heures, avec une grande quantité d'eau, une solution aqueuse concentrée de de $SbCl^5$, on obtient un précipité d'acide antimonique qu'on arrive à peptiser en quelques minutes en chauffant rapidement à 100°, après élimination de l'acide chlorhydrique.

La solution de l'acide antimonique se compose surtout d'amicrons et de particules en dispersion moléculaire, et de submicrons en faible quantité. Toute la solution passe à travers l'ultra-filtre. Par chauffage prolongé des solutions diluées, les micelles de ces solutions s'agrandissent et ne passent plus à travers l'ultra-filtre. Les auteurs ont ainsi obtenu un type, très stable, de solutions colloïdales d'acide antimonique ; leur poids moléculaire est environ 10.000.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Albert Portevin* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Les tranges d'écrouissage ou de corrosion.**

Les déformations superficielles des grains cristallins résultant du polissage ou des rayures des surfaces métalliques font voir, après attaque par les réactifs chimiques, des caractères qui marquent une permanence de l'état cristallin : la périodicité et l'orientation des franges, l'obtention de figures de corrosion.

CHIMIE ORGANIQUE. — *André Kling* et *Daniel Florentin* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'hydrogénation des substances organiques, à haute température et sous pression élevée, en présence de catalyseurs non hydrogénants.**

Le cyclohexanol, chauffé pendant 3 heures, en présence d'alumine ou d'un catalyseur déshydratant, et ce, en présence de H comprimé, entre 420 et 440°, est transformé presque quantitativement en cyclohexane et pour une forte part en hexane normale. Dans la catégorie des corps oxygénés complexes : huiles végétales, huiles de schiste, etc... on réalise leur transformation en hydrocarbures, avec beaucoup plus de facilité, en agissant en présence d'un catalyseur déshydratant. L'action des catalyseurs est encore plus nette dans le cas des corps à noyaux polycycliques.

La méthode d'hydrogénation par H sous pression avec emploi de catalyseurs non hydrogénants paraît ouvrir la voie à un nouveau champ de recherches.

— *Pastureau* et *Bader* (prés. par M. Béhal). — **Sur les chlorhydrines de quelques acétones $\alpha\beta$ non saturées.**

L'oxyde de mésityle fixe l'acide hypsochlorent sur sa double liaison pour donner la chlorhydrine correspondante. Les auteurs ont cherché à généraliser cette réaction sur d'autres acétones non saturées. Ils ont ainsi obtenu la chlorhydrine de l'éthylidène acétone, avec un rendement de 35 pour 100 du rendement théorique ; la chorhydrine de la propylidène acétone, avec un rendement de 19 pour 100 du rendement théorique ; la chlorhydrine de l'isamylidène acétone, avec un rendement de 6 pour 100 du rendement théorique.

Le rendement obtenu dans la préparation de ces chlorhydrines diminue avec l'augmentation du poids moléculaire de la cétone non saturée. L. FRANCHET.

VOLCANOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Une nouvelle éruption du volcan de la Réunion** (30-31 décembre 1925).

L'auteur a reçu de M. le Gouverneur de la Réunion l'annonce d'une éruption du volcan de cette île. C'est le mercredi 30 décembre, vers 2 h. du matin, que le principal cratère du volcan « Piton de la Fournaise » est entré en activité. Il semble que la sortie de la lave se soit faite par la partie basse d'une ou plusieurs fissures ouvertes dans les flancs du Piton.

GÉOLOGIE. — *Albert-Michel Lévy* (prés. par M. Émile Haug). — **Broyages et Mylonites postérieurs au Stéphanien dans le massif cristallin des Maures.**

Les poussées tectoniques, accompagnées de charriages, qui ont broyé les roches cristallines et le Houiller, sont postérieures à ce dernier, et les mylonites, formées en direction N.-S., que l'on rencontre depuis Grimaud jusqu'au nord des Gniols sont *post-stéphaniennes.*

Il existe, dans le massif cristallin des Maures, des mylonites au moins de deux âges bien déterminés, les unes primaires, post-stéphaniennes, les autres tertiaires.

— *P. Corbin* et *N. Oulianoff* (prés. par M. Émile Haug). — **La chaîne des Aiguilles Rouges dans le mouvement orogénique alpin.**

Digitized by Google

Les Aiguilles Rouges, que les nappes helvétiques ont été obligées de franchir dans leur mouvement vers le N.-W., comprennent trois dépressions importantes, dont la formation est due au mouvement orogénique alpin, mais dont l'emplacement et la direction (le long des synclinaux complexes carbonifères) ont été prédéterminés par le mouvement orogénique hercynien.

BOTANIQUE. — *Casimir Rouppert* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur la benzidine comme réactif dans les plantes vivantes.**

En faisant des cultures de haricot dans de faibles solutions de benzidine, l'auteur a constaté : 1° la réaction de Mangin-Raciborski des membranes lignifiées (coloration rouge brun) ; 2° la présence d'une oxydase dans les enveloppes pectiques des tannoïdes des tannifères.

— *O. Munerati* (prés. par M. Molliard). — **Possibilité de déterminer l'âge des graines de blé par la température de leur germination.**

Les graines de l'année ne germent pas, ou germent en pourcentage minime si elles sont mises en germination à la température de 30°-32° ou de 22°-21° C ; au contraire, la plus grande partie des variétés germe à la température de 12° à 14°, et toutes indistinctement à la température de 5° à 7°. Les graines de l'année précédente germent bien, quelle que soit la température de germination. Les graines vieilles germent bien aux températures de 30° à 32° 22°-21°, mais elles lèvent avec un sensible retard à la température de 12°-14° et encore plus lentement à celles de 5°-7° C.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mlle Panca Eftimiou* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **L'évolution nucléaire chez les Exoascées.**

L'auteur a réussi à observer des divisions nucléaires dans le thalle, ce qui est entièrement nouveau pour les Exoascées. Les articles du thalle, par une suite de cloisonnements, donnent les cellules binucléées lesquelles, finalement, fournissent les jeunes asques : à l'intérieur de ceux-ci, les deux noyaux se fusionnent intimement. Le noyau de fécondation, ainsi formé, possède donc quatre chromosomes et l'asque représente ainsi un stade diploïde.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Davy de Virville* (prés. par M. Molliard). — **Action du milieu souterrain sur les Mousses.**

L'auteur signale les principales modifications que le milieu souterrain produit sur les Mousses lorsqu'on enterre expérimentalement les tiges feuillées normalement aériennes. Le développement est notablement ralenti et les nouvelles tiges très grêles développées dans ce milieu ne sont plus jamais ramifiées. Elles portent des feuilles peu nombreuses, très espacées et appliquées, et sont, le plus souvent, garnies de rhizoïdes. D'une manière générale les tissus sont beaucoup moins différenciés. Les feuilles subissent une réduction d'un tiers en général. Les membranes sont très minces. Les chloroplastes sont ponctiformes et, ordinairement même, ils ont disparu.

BOTANIQUE. — *L. Lavauden* (transm. par M. Ch. Flahault). — **Sur la présence d'un Cyprès dans les montagnes du Tassili des Azdjers (Sahara central).**

Il s'agit, non pas du *Callitris articulata*, comme le pensait Duveyrier, mais d'un arbre que l'auteur rapporte provisoirement au *Cupressus sempervirens* L. forma *horizontalis*. Cet arbre est d'ailleurs en voie de régression rapide. Sa présence au centre du Sahara montre, en tout cas, d'une façon irréfutable que, contrairement à l'avis de certains historiens, le désert était, à une époque récente, beaucoup moins désert qu'aujourd'hui.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Croissance et interactions alimentaires.**

La croissance est la différence entre les recettes et dépenses du corps ; mais recettes et dépenses qui peuvent être diminuées de telle sorte que le rendement s'améliore sans dommage pour la résistance physiologique. Au contraire, la loi du minimum permet d'épargner sur les substances albuminoïdes si onéreuses, à tous égards, et qu'une bonne hygiène déconseille d'absorber à l'excès. Les puériculteurs doivent s'inspirer de cette conclusion dans l'alimentation des enfants.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L. Fournier* et *A. Schwartz* (prés. par M. Roux). — **Action préventive du bismuth dans la syphilis expérimentale du lapin.**

Les dérivés bismuthiques insolubles (trépol), le bismuth métallique et certains composés lipo-solubles, administrés au lapin, par voie intra-musculaire, préservent l'animal d'une façon certaine contre l'infection syphilitique expérimentale.

L'état réfractaire, éprouvé par plusieurs inoculations successives, a varié de 3 mois (pour les sels solubles) à 6 mois (pour les dérivés insolubles).

Le fait que les lapins ont fini par contracter la syphilis montre bien qu'ils sont restés pendant de longs mois totalement à l'abri de l'infection. P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Leçons sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques d'une variable réelle, professées à la Sorbonne. In-8° de 205 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Soit une fonction $f(x)$ de la variable réelle x, et une famille de fonctions contenant un nombre déterminé de paramètres. On peut se proposer de choisir les valeurs de ces paramètres de manière à obtenir, dans la famille précédente, une fonction s'approchant le plus possible de $f(x)$ dans un certain intervalle. Ce point de vue, inauguré par Tchebyscheff, et développé par M. Serge Bernstein dans ses propres recherches, est présenté ici d'une manière systématique. Après avoir exposé la théorie de la meilleure approximation sous sa forme la plus générale, déduit d'un même procédé un grand nombre de propriétés extrémales, souvent inédites, des polynômes et des fractions rationnelles, l'Auteur donne à la théorie une portée considérable, en la transportant du segment fini à la totalité de l'axe réel. Il est conduit à des conséquences importantes concernant les séries de polynômes de fractions rationnelles ou de fonctions entières qui convergent pour toute valeur de x.

L'Auteur s'occupe encore de la meilleure approximation des fonctions ayant des singularités données, et notamment des points singuliers essentiels. Il complète ainsi à divers titres les indications déjà données par M. de La Vallée-Poussin dans un ouvrage de la même collection. Signalons enfin la note consacrée, au point de vue de la meilleure approximation, au problème du prolongement analytique et à ses généralisations dans le champ réel.

Ce magnifique ouvrage, d'une riche substance, ouvre un large champ à l'activité des mathématiciens.

G. BOULIGAND.

Leçons de Cinématique, par R. BRICARD professeur à l'École Centrale, Tome I, in-8° de 335 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

L'enseignement de la Cinématique, très important mais

Digitized by Google

aussi très difficile, ne peut profiter qu'à des étudiants doués d'une bonne formation géométrique. A cet égard, M. Bricard offre à son lecteur, dans ses cent-vingt premières pages, une excellente initiation au calcul vectoriel, à la théorie des torseurs, aux propriétés les plus essentielles des courbes gauches et des surfaces réglées, et enfin à la géométrie des systèmes de droites. A la suite de cette opportune et substantielle introduction, l'Auteur développe la Cinématique en partant des théorèmes relatifs aux déplacements finis : les propositions sur les champs de vitesses s'en présentent ainsi comme des cas limites. Cette manière de faire dégage bien l'origine des résultats les plus essentiels et donne ensuite beaucoup d'aisance pour aborder des questions variées et réputées difficiles, questions qui se rattachent par exemple au mouvement le plus général d'un solide, ou encore à la théorie du déplacement à plusieurs paramètres. Ces indications suffisent pour juger de l'élévation de l'ouvrage et justifient le désir explicitement formulé par son Auteur, d'étudier la Cinématique pour elle-même. Parmi les résultats qui illustrent les derniers chapitres, un grand nombre appartiennent d'ailleurs à M. Bricard. L'éclectisme du choix des méthodes facilite la lecture et la rend particulièrement attrayante. G. Bouligand.

Optique cristalline. Double réfraction. Polarisation rectiligne et elliptique, par H. Bouasse. In-8° de 482 pages avec 278 figures (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*). Librairie Delagrave. Paris. — Prix : 34 fr.

Dans ce livre, M. Bouasse expose les matières qui se rattachent à la double réfraction. Dès le début, il pose l'hypothèse suivante qui lui sert de fil conducteur dans tout l'ouvrage et qu'il développe et précise au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir : « Dans toute direction à l'intérieur d'un cristal biréfringent ordinaire peuvent se propager, sans se déformer mais avec des vitesses généralement différentes, deux vibrations rectilignes dont les directions rectangulaires sont complètement déterminées par des directions cristallographiques du cristal. »

Après avoir exposé les phénomènes généraux. de la double réfraction et décrit les polariseurs et les analyseurs, il étudie les propriétés des lames cristallines plans-parallèles, les compensateurs de Babinet et de Bravais et les divers phénomènes de polarisation chromatique. Viennent ensuite l'étude de la propagation des ondes dans les cristaux biaxes et celle très complète de la surface d'onde. Un chapitre intéressant est consacré à la double réfraction provoquée artificiellement dans les corps amorphes comme le verre ou même dans les liquides, sous diverses influences : déformations mécaniques, actions électriques ou magnétiques.

L'ouvrage se termine par l'étude de l'absorption de la lumière dans les corps cristallisés et dans les suspensions soumises à des actions électriques avec les curieux phénomènes de pléochroïsme et de dichroïsme qui s'y rattachent.

On retrouve dans l'« Optique cristalline » de M. Bouasse les qualités qui ont fait le succès de ses précédents ouvrages : la clarté de l'exposition, l'abondance de la documentation, le sens critique le plus pénétrant qui préside au choix des matériaux. L'habituelle préface est ici consacrée à l'impossibilité d'une classification des sciences.

A. Bc.

Die natürlichen Pflanzenfamilien de Engler et Prantl. *Deuxième édition* publiée sous la direction de A. Engler. Tome XXI : Parietales et Opuntiales. In-8° de 660 pages avec 288 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur. Leipzig. — Prix : 42 Marks-or.

Ce nouveau volume de l'important ouvrage d'Engler et Prantl a été rédigé, dans cette seconde édition, si attendue des botanistes, par le professeur E. Gilg, aidé de nombreux et éminents spécialistes. Il est consacré à l'étude de l'ordre des Pariétales (3o familles) et de l'ordre des Opuntiales (une famille). En le parcourant on se rend compte des nombreuses additions et améliorations qui ont été apportées à la nouvelle édition pour mettre au courant des faits et des idées modernes ce précieux ouvrage, qui a rendu et rendra encore tant de services à tous ceux qui s'intéressent au monde végétal.

Ce Tome XXI est le premier paru des volumes qui seront consacrés aux Phanérogames. Tous les botanistes seront certainement d'accord avec nous pour souhaiter que, malgré les difficultés qui entourent la publication d'une œuvre de cette importance, ils puissent disposer le plus tôt possible de l'ouvrage complet. Nous analyserons prochainement le Tome XI, c'est-à-dire la seconde partie de l'étude des Mousses dont la première a été le sujet du Tome X. Les tomes III (Algues vertes), VIII (Lichens), XIII (Gymnospermes) et XIV (Pandanales-Spathiflorées) paraîtront sans doute dans le courant de 1926.

A. Berthelot.

L'Ile de la Réunion (ancienne Ile Bourbon), par R. Barquisseau, H. Foucque et H. Jacob de Cordemoy. In-8° de 282 pages avec 17 figures et 2 cartes hors texte. Larose, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Cet ouvrage constitue une synthèse complète des renseignements les plus récents sur notre vieille possession de la mer des Indes.

M. Barquisseau a mis en lumière les traits les plus intéressants de l'histoire de ces Réunionnais qui commencèrent en 1665 avec la Compagnie des Indes et n'ont cessé de poursuivre, sous les divers régimes suivants, une œuvre colonisatrice des plus remarquables qui fit de leur petite île la cellule-mère de notre actuel empire de l'Océan Indien.

De son côté M. Foucque s'est attaché à montrer l'apport de la Réunion aux lettres, aux sciences et aux arts en étudiant la brillante phalange qui va de Parny à Leconte de Lisle, à Léon Dierx, à Joseph Bédier, à Marius-Ary Leblond et au professeur Guyon.

M. Jacob de Cordemoy a trouvé dans la vie et l'évolution économique de l'Ile les éléments d'une monographie scientifique, bien documentée, qui met en relief l'importance actuelle de la vieille Ile Bourbon comme productrice de sucre, de rhum, de vanille et d'essences.

L. Ft.

Le chauffage industriel, par H. Le Chatelier, Membre de l'Institut, 3° édition. In-8° de 556 pages avec 100 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 48 francs.

La science du chauffage groupe autour des combustibles les notions relatives aux réactions d'oxydation, au dégagement de chaleur par la combustion, aux chaleurs spécifiques des gaz, à leur dilatation, à leur dissociation, aux échanges de chaleur par rayonnement et conductibilité, etc... en faisant ressortir l'importance relative de chacun de ces facteurs sur le résultat cherché : le chauffage.

Après une Préface très documentée consacrée à la Science industrielle, l'auteur étudie successivement : les phénomènes de la combustion, la combustion des mélan-

Digitized by Google

ges gazeux, le rendement calorifique, les combustibles naturels, la carbonisation des combustibles, l'acétylène et le gaz à l'eau, le gaz d'éclairage et l'hydrogène, le gaz de gazogène (gaz pauvre), les matériaux réfractaires, les fours.

L'ouvrage de M. H. Le Chatelier constitue le fondement des connaissances générales indispensables à l'ingénieur métallurgiste pour tout ce qui concerne le chauffage. L. Ft.

Fabrication de la fécule et de l'amidon, par J. Fritsch, Ingénieur-chimiste. *Troisième édition*. In-8° de 422 pages avec 90 figures. Amédée Legrand, éditeur, 93, boulevard St-Germain, Paris. — Prix : 40 francs.

Les deux premières éditions de cet excellent ouvrage ont déjà rendu de grands services aux chimistes et aux industriels qui s'occupent de l'extraction des diverses sortes d'amidons; celle que nous présentons aujourd'hui leur sera encore plus précieuse car l'auteur l'a entièrement remaniée. Il l'a notablement améliorée en y supprimant la description de nombreux procédés ou appareils maintenant à peu près abandonnés et la mettant au courant des progrès théoriques ou techniques les plus récents, notamment des méthodes nouvelles qui permettent aux féculiers d'augmenter à peu de frais leurs rendements tout en obtenant des produits de meilleure qualité.

D'autre part, M. Fritsch a eu l'heureuse idée de compléter son livre par un chapitre entièrement consacré au contrôle chimique de la fabrication par des procédés d'analyse assez simples pour être à la portée de tous les féculiers et amidonniers.

Indépendamment des chapitres essentiels qui portent sur la fabrication de la fécule de pomme de terre et des amidons de riz, de maïs et de froment, cet ouvrage en comporte d'autres où sont étudiés les résidus de la féculerie et leur utilisation, la fabrication de l'arrow-root, du sagou et du tapioca, l'extraction de la fécule de marrons et enfin les falsifications des produits de la féculerie et de l'amidonnerie.

Si l'on ajoute que les quarante et une premières pages sont réservées à des généralités sur l'amidon et que les trente suivantes sont consacrées à l'étude de la pomme de terre, on se rendra compte que, dans le livre de M. Fritsch, rien ne manque de ce qui est peut-être utile aux spécialistes pour qui il a été écrit. Sa lecture les engagera, sans doute, à se procurer le volume, actuellement en préparation, dans lequel ils trouveront tout ce qui concerne la fabrication de la glucose et de la dextrine, les deux ouvrages se complétant mutuellement.

A. Berthelot.

The structure of light (La structure de la lumière), par J.-J. Thomson. In-16 de 38 pages avec 8 figures. University Press, Cambridge. — Prix : 2 sh. 6.

Dans une étude remarquable, Sir J.-J. Thomson passe en revue les théories qui ont été proposées pour interpréter les phénomènes lumineux. Pendant longtemps deux hypothèses ont tour à tour été adoptées. L'une attribue la lumière à une projection de particules extrêmement ténues se propageant avec une grande vitesse : c'est la théorie de l'émission. L'autre assimile la lumière à un mouvement vibratoire d'un milieu infiniment subtil et léger, partout répandu, l'éther. De nombreuses expériences d'interférence, de diffraction, de polarisation, ont été effectuées aux cours du XIX° siècle qui semblaient avoir assis la théorie des ondulations sur des bases solides. Mais il existe des phénomènes qu'il a été jusqu'ici impossible d'interpréter dans la théorie des ondulations, même en adoptant la forme électromagnétique que lui a donnée Maxwell. C'est pour en rendre compte que Planck a imaginé la théorie des quanta d'après laquelle toute énergie, et en particulier l'énergie lumineuse, ne pourrait être émise ou absorbée que par multiples entiers de quatités discrètes appelées *quanta*.

J.-J. Thomson propose une théorie d'après laquelle la lumière aurait une structure dualiste semblable, pour une part, à celle qu'admettait la théorie ondulatoire, et pour une autre part, analogue à la théorie corpusculaire. A. Bc.

Chemical encyclopaedia, par C. T. Kingzett. *Troisième édition*. In-8° de 606 pages. Baillière Tindall and Cox, éditeurs, 8, Henrietta Street, London, W. C. 2. —

Quand nous avons présenté aux lecteurs de la *Revue Scientifique* la première édition de cet ouvrage, c'était un petit livre ayant pour titre « The popular chemical dictionary ». Il est maintenant devenu un ouvrage important qui constituera un excellent abrégé de chimie pure, de chimie biologique et de chimie industrielle à l'usage non des chimistes, mais plutôt de toutes les personnes cultivées ayant souvent besoin de connaissances chimiques, de celles surtout qui seraient embarrassées pour trouver des données théoriques simples et précises, ou des renseignements d'ordre pratique, dans les ouvrages classiques, trop élémentaires ou trop élevés pour elles.

Il pourra d'ailleurs servir, parfois, d'aide-mémoire aux chimistes, car il renferme beaucoup de renseignements et de définitions relatifs aux applications industrielles, agricoles, alimentaires, pharmaceutiques, hygiéniques ou commerciales. Enfin il rendra service à tous ceux qui sont appelés à traduire des textes anglais concernant des sujets de chimie théorique ou appliquée, et surtout aux étudiants désireux de se mettre au courant du langage chimique anglais. A. Berthelot.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Edouard Roth. — **Alternateurs et Moteurs synchrones.** T. II. In-16 de 150 pages avec 65 figures. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

E. Nicolas. — Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs. In-8 de 280 pages avec 269 figures et 2 planches en couleurs. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

De Vilmorin. — Les plantes potagères. Description des principaux légumes des climats tempérés. 4e édition. In-8 relié de 812 pages avec nombreuses figures. Vilmorin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 35 francs.

Paul Choisnard. — Saint Thomas d'Aquin et l'influence des astres. In-8 de 255 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Ch. L. Duval. — Usines hydroélectriques, suivi du Réglage des groupes électrogènes, par J.-L. Routin. In-8 de 512 pages avec 317 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 65 francs.

René Verneau. — Les origines de l'Humanité. In-16 de 80 pages avec 59 planches en héliogravures. (*Bibliothèque générale illustrée*). Rieder et Cie, éditeurs, Paris. Prix : 15 francs.

René Sudre. — Introduction à la Métapsychique humaine. In-8 de 445 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 25 fr.

Le Gérant : M. Hedan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 6 — 64e ANNÉE — 27 MARS 1926

LES MÉTHODES D'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES SYSTÈMES SOLIDES (1)

Dans toute étude d'ordre physico-chimique, qu'il s'agisse de science pure ou d'application, on peut dire que le premier problème qui se pose à l'expérimentateur est un problème d'analyse immédiate. Les matières premières naturelles, les produits fabriqués par l'industrie ou même préparés au laboratoire ne sont en effet pour ainsi dire jamais des corps purs, mais toujours des mélanges plus ou moins complexes de substances différentes. Que l'on veuille faire l'étude scientifique de semblables systèmes, ou qu'il s'agisse de fixer les règles de leur transformation en vue d'applications plus ou moins directes, une opération d'analyse élémentaire ne sera jamais suffisante : il faudra en outre déterminer les combinaisons dans lesquelles les corps simples constituant le système se trouvent engagés. Ce sont là des notions bien simples, familières à tous ceux qui de près ou de loin ont eu à se préoccuper de questions chimiques. Il n'est toutefois pas superflu d'y insister, beaucoup d'erreurs ayant été commises et un grand nombre d'idées fausses circulant encore à ce sujet. C'est ainsi que j'ai pour ma part entendu de pseudo-techniciens prétendre établir l'impuissance de l'analyse chimique en matière de métallurgie par l'exemple de l'acier trempé et de l'acier recuit. Il est bien évident que le refroidissement brusque de l'acier ne modifie pas sa teneur en carbone, et que le dosage de ce métalloïde ne permettra pas de décider si une pièce a été trempée ou non. Mais cette question pourra être résolue par une opération d'analyse immédiate indiquant à quel état le carbone se trouve dans le métal. On connaît aujourd'hui des procédés expérimentaux applicables à ce problème particulier, et l'on sait quels services ils ont pu rendre à l'art du travail des métaux.

Procédés généraux de l'analyse immédiate. — Les procédés généraux de l'analyse immédiate ne sont tout compte fait que la mise en œuvre de la notion même d'espèce chimique. Une espèce doit par définition présenter un certain nombre de propriétés spécifiques, distinctes de celles des autres substances qui peuvent l'accompagner. Son point d'ébullition sous une pression donnée, sa capacité d'entraînement par la vapeur d'eau, sa solubilité dans un liquide, sa vitesse d'attaque par un agent chimique devront avoir des valeurs caractéristiques ; cette simple énumération suffit à justifier le principe des méthodes classiques de distillation, de dissolution ou de cristallisation fractionnées.

Cas des systèmes solides. — Lorsqu'il s'agit de liquides ou de gaz, ces procédés de fractionnement peuvent présenter des particularités ou des difficultés d'application : du moins le principe en reste-t-il généralement applicable. Mais il n'en va plus de même avec les solides. La volatilisation ne se produit souvent qu'à des températures élevées, parfois difficiles à atteindre, auxquelles les constituants risquent de subir des destructions plus ou moins profondes. Les méthodes de dissolution et de cristallisation sont employées avec succès dans un certain nombre de cas : c'est ainsi,

(1) Conférence faite le 19 février 1925 devant la section des sciences de l'Association générale des Etudiants.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

**

Digitized by Google

en effet, que l'on isole ou que l'on purifie la plupart des corps organiques solides extraits des tissus vivants ou obtenus par synthèse. C'est sur le même principe qu'est fondée toute l'industrie des sels alcalins. Mais lorsque les systèmes à analyser sont insolubles dans les liquides usuels, ou attaquables seulement par des réactifs violents, il faut recourir à des procédés indirects, variables dans chaque cas particulier. Ces procédés ont fait l'objet de recherches particulièrement méthodiques et ont conduit à des résultats spécialement intéressants dans le cas des produits métallurgiques. Aussi rappellerai-je tout d'abord les méthodes instituées pour l'étude expérimentale de ces produits.

Analyse thermique. — La première de ces méthodes est la méthode dite d'analyse thermique. Les résultats s'en représentent graphiquement en portant en abscisses la composition d'un mélange fondu de deux métaux et en ordonnées la température de solidification commençante. On obtient ainsi ce que l'on appelle le liquidus du système, et

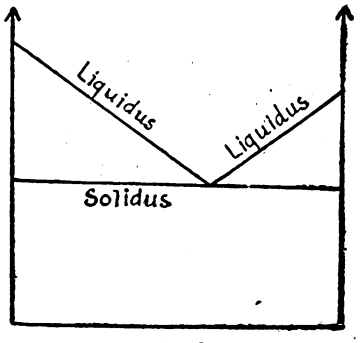


Fig 89.

l'on complète le diagramme par le tracé de la courbe de solidification finissante ou solidus. On aboutit ainsi à trois types fondamentaux : dans le premier (figure 89) les métaux ne forment aucun composé défini. L'alliage solidifié renferme d'une part un enchevêtrement de très petits cristaux des deux métaux auquel on donne le nom d'eutectique, d'autre part des cristaux plus gros de l'un des métaux ou cristaux de première ségrégation. Dans le deuxième type (figure 90) les deux métaux forment une combinaison définie : la structure est la même que celle que l'on observe dans le cas précédent, mais les cristaux de première ségrégation sont constitués soit par les métaux purs, soit par la combinaison définie des deux métaux. Enfin dans le troisième type (figure 91) l'alliage est homogène et constitué dans tous les cas par une solution solide des deux métaux. Dans la pratique, l'aspect est souvent plus compliqué : les trois types de diagrammes peuvent se trouver réunis, et des modifications telles que des transformations allotropiques ou des destructions partielles de composés définis entrent encore en ligne de compte.

Néanmoins on peut dire que l'analyse thermique

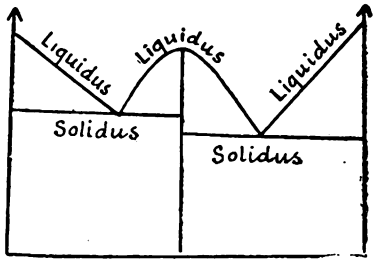


Fig 90

permet en principe de déterminer la constitution d'un alliage binaire : elle peut même être appliquée à l'étude des alliages ternaires et quaternaires. Mais il est évidemment utile d'en compléter les indications par les résultats d'autres procédés expérimentaux.

Méthodes d'isolement des constituants. Analyse physico-chimique. — On a pu dans certains cas isoler les composés définis qui prennent naissance dans la solidification d'un mélange fondu : Moissan a extrait la cémentite d'une fonte refroidie brutalement par l'attaque à l'acide chlorhydrique faible ;

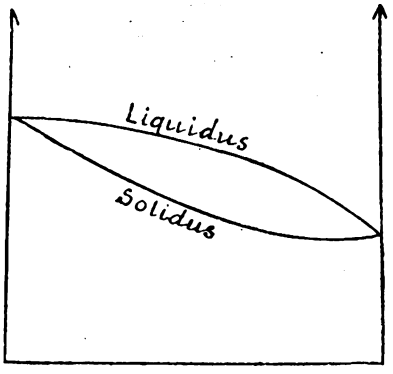


Fig 91.

M. Le Chatelier a isolé un composé de zinc et de fer en traitant un alliage de ces métaux par du chlorure de plomb humide. Le zinc déplace le plomb du chlorure, et il reste finalement des aiguilles de la combinaison entourée d'une croute de plomb que l'on peut casser.

On utilise également l'analyse physico-chimique qui consiste à suivre les variations d'une grandeur physique convenablement choisie en fonction de la composition de l'alliage. On représente graphiquement les résultats en portant en abscisses la composition et en ordonnées la valeur numérique

Digitized by Google

de la grandeur choisie. Les changements d'allure de la courbe fournissent des renseignements sur la nature des constituants. En raison de la facilité des mesures, c'est le plus souvent à des propriétés électriques que l'on fait appel (résistance, force électro-motrice de dissolution, etc...).

Si la lumière est monochromatique, la disposition du faisceau diffracté dépend de la nature du réseau : on pouvait donc dans le cas des rayons X espérer remonter de l'aspect du spectrogramme à la nature du cristal qui a produit la diffraction ; c'est ce que l'expérience a confirmé, et, pour s'en rendre

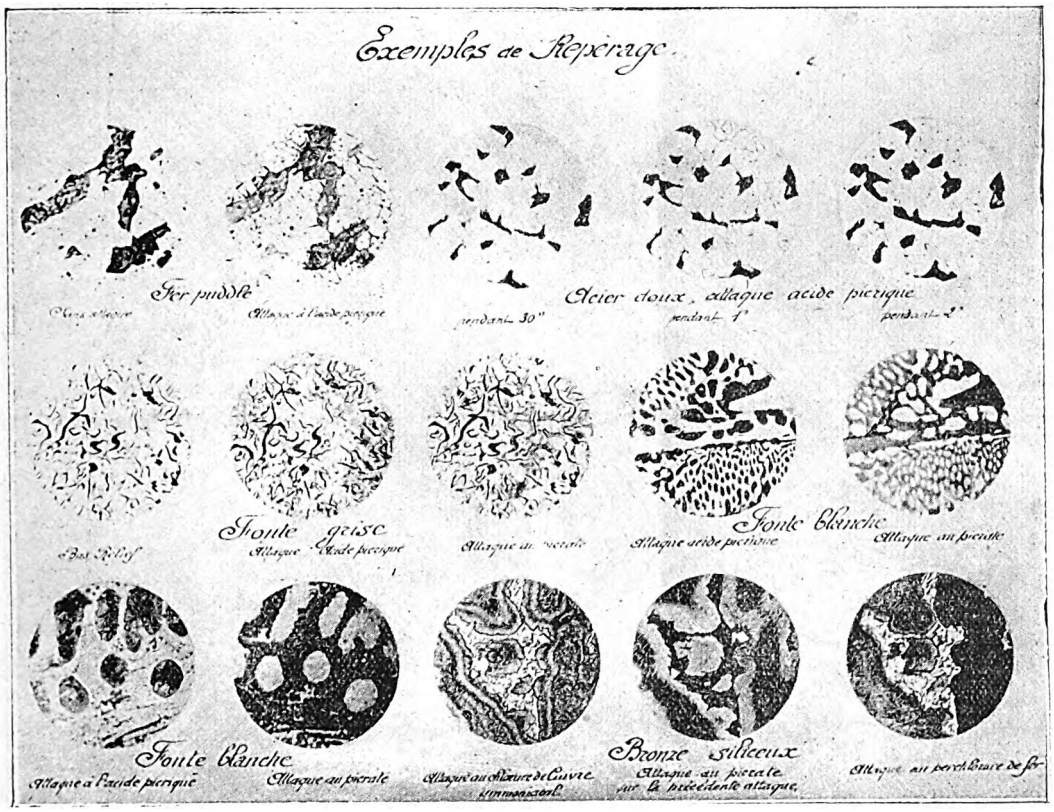


Fig. 92. — Aspects divers obtenus dans les observations métallographiques.

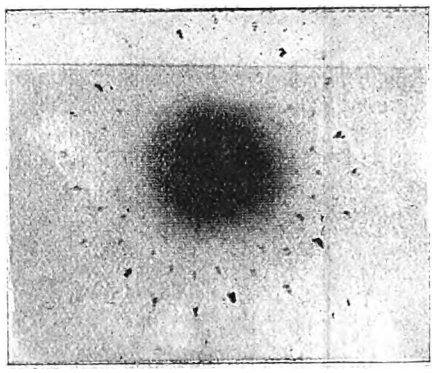
Métallographie. — Mais la méthode qui est actuellement la plus employée tout au moins dans les applications techniques est la méthode de métallographie, imaginée par Sorby, systématisée et développée par Osmond et M. Le Chatelier. Le principe consiste à polir un échantillon métallique et à l'observer par réflexion au microscope : la surface paraît uniformément blanche. Si on attaque alors au moyen d'un réactif faible (iode, acide picrique, acide minéral dilué, etc...), la vitesse de corrosion varie suivant la nature des constituants et l'on observe des zones alternativement claires et obscures qui déterminent le contour des constituants : on est ainsi fixé sur leur nombre, et avec quelqu'habitude, on peut même en préciser la nature (fig. 92).

Spectrogrammes de rayons X. — En 1912 Laue a constaté qu'un faisceau de rayons X était diffracté par un corps cristallin, comme un faisceau de lumière ordinaire est diffracté par un réseau optique. compte, il suffit d'observer sur la figure 93 la différence qui existe entre les taches produites par un cristal cubique et par un cristal quadratique.

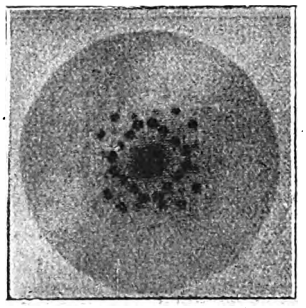
Sir William Bragg et ses collaborateurs ont par ce procédé étudié la structure d'un grand nombre de substances cristallines. Mais étant donné le mode opératoire adopté, ils devaient posséder des cristaux isolés et bien définis, de sorte que la méthode ne pouvait guère s'appliquer aux métaux. Le physicien américain Hull a imaginé une technique permettant de s'affranchir de cette sujétion. L'artifice consiste à broyer le cristal en poudre très fine, de telle sorte que les dimensions des grains ne dépassent pas le centième de millimètre. Ces grains sont réunis dans un petit tube et éclairés au moyen d'un faisceau de rayons X parallèles et monochromatiques. Le calcul permet de prévoir que l'on doit alors obtenir sur une plaque photographique disposée perpendiculairement au faisceau incident une série de lignes parallèles dont les

Digitized by Google

intervalles dépendent du système cristallin de la poudre placée dans le tube. L'expérience confirme pleinement cette prévision ainsi que l'on peut s'en rendre compte sur la figure 94.



Cristal quadratique (Cassitérite).



Cristal cubique (Blende).

Fig. 93.

Bien que l'application des spectrogrammes de rayons X à l'étude des alliages soit relativement récente, on en a pu tirer déjà d'importantes conclusions. Tout d'abord, la notion de solution solide avait été introduite par des considérations quelque peu spéculatives, et l'on pouvait se demander si le mélange des constituants était parfaitement intime, ou si au contraire les solutions solides n'étaient pas en réalité formées par la juxtaposition

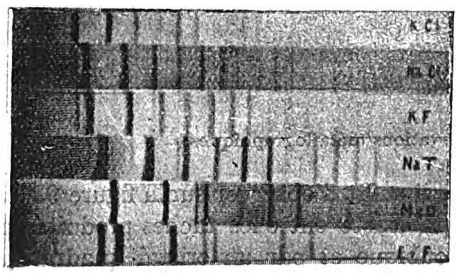


Fig 94. — Diagrammes de cristaux pulvérisés.

de particules ultra-microscopiques. Si cette dernière hypothèse était exacte, une solution solide devrait à l'observation par la méthode de Hull agir comme un mélange des deux corps primitifs. Or il n'en est rien : on a reconnu que le spectrogramme de cristaux mixtes de cuivre et de nickel ne contenait ni les raies du cuivre ni celles du nickel. Des résultats identiques ont été obtenus pour les solutions solides d'or et d'argent ou d'or et de cuivre.

A un autre point de vue, la méthode des rayons X permet évidemment d'étudier la structure des alliages binaires. Il suffit d'opérer sur des échantillons de composition variable : un constituant nouveau (solution solide ou combinaison) se manifeste par l'apparition de raies nouvelles.

Miss Mary Andrews a examiné de la sorte les alliages Fe-Ni, Fe-Co, Cu-Zn ; on voit sur les figures 95, 96, et 97 que les résultats obtenus concordent dans l'ensemble avec les conclusions que l'on peut tirer de l'examen des diagrammes de solidification.

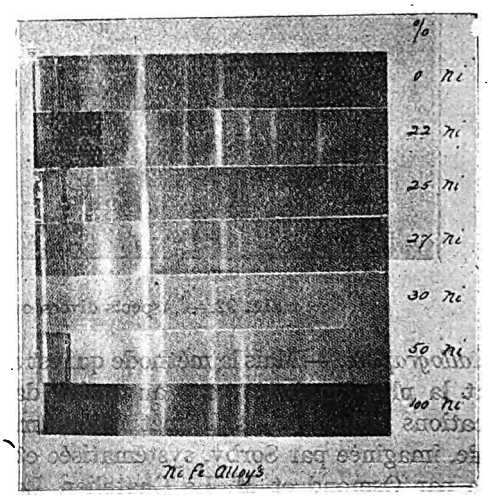


Fig 95. — Spectrogramme des alliages Fer-Nickel.

Systèmes solides autres que les métaux. — L'analyse thermique peut être appliquée à des systèmes autres que les produits métallurgiques ; on l'a particulièrement utilisée à l'étude de la formation des sels doubles fondus. Appliquée aux mélanges SiO^2-CaO et Al^2O^3-CaO, elle a permis de définir les silicates et aluminates de chaux qui prennent naissance lorsque l'on chauffe de la silice ou de l'alumine avec des produits calcaires. La chose est intéressante en particulier pour l'étude de la constitution et de la prise des ciments.

La métallographie microscopique n'est guère applicable qu'aux métaux, seuls susceptibles d'être

Digitized by Google

polis et observés par réflexion, ou à quelques combinaisons binaires des métaux avec certains métalloïdes (silicium, carbone, phosphore, etc...) Par contre l'observation microscopique directe est employée très fréquemment dans les cas les plus divers. Pour les recherches scientifiques, on est toujours amené à regarder au microscope un corps solide que l'on vient de préparer, afin de recon-

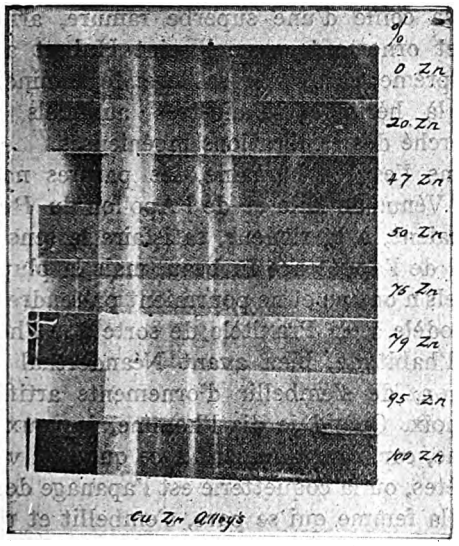


Fig. 96. — Spectrogramme des alliages Zinc-Cuivre

naître si le produit obtenu est homogène et nettement cristallisé ou si au contraire une impureté se manifeste par un aspect différent. Avec quelqu'habitude, on réussit même parfois à identifier une substance à son simple aspect : c'est le principe de l'analyse micro-chimique. On opère de façon analogue dans de nombreuses études techniques ; je citerai en particulier le cas des farines panifiables que l'on distingue le plus souvent les unes des autres par l'observation microscopique.

Constitution de la houille. — La houille est certainement à l'heure actuelle le produit industriel le plus important et le plus universellement consommé. Il est donc naturel que l'on se soit efforcé d'en connaître la constitution. De fait, on y a employé à peu près tous les moyens connus. Par l'examen microscopique de lames minces coupées dans les charbons, Miss Stop a pu mettre en évidence l'existence de quatre constituants auxquels elle a donné les noms de durain, clairain, vitrain et fusain : mais on n'a pas réussi jusqu'ici à préciser la nature de ces constituants. On a également essayé les méthodes classiques de l'analyse immédiate, et tout d'abord la distillation fractionnée. Mais ici des précautions sont nécessaires, car il a été reconnu que les constituants de la houille sont susceptibles de subir des décompositions pyrogénées lorsque l'on opère à haute température comme l'on fait dans l'industrie. En distillant sous pression réduite et vers 400°, M. Pictet a obtenu

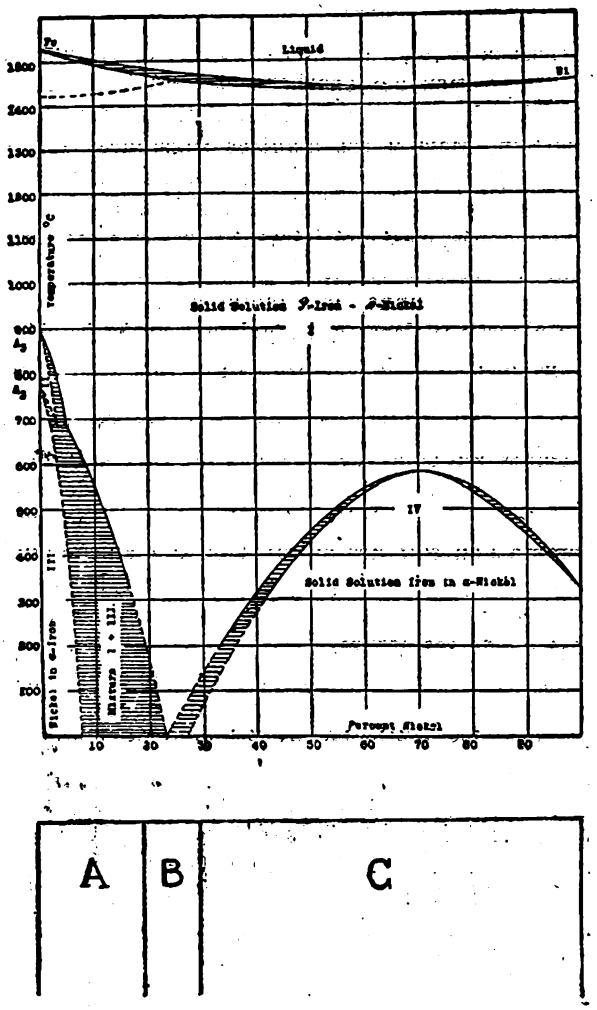


Fig. 97. — La partie supérieure de la figure donne le diagramme thermique du système Fer-Nickel. La partie inférieure indique les trois zones correspondant aux constituants A, B, C, qui ressortent des indications du spectrogramme

des produits gazeux et des goudrons différents de ceux que l'on recueille dans la fabrication du coke et du gaz d'éclairage. On n'y rencontre plus ni hydrogène ni ammoniac ni dérivés aromatiques. La méthode de dissolution ne permet d'extraire que de faibles quantités de matières de la plupart des combustibles solides : le traitement par divers solvants et en particulier par le benzène bouillant a permis néanmoins de confirmer les indications de la méthode de distillation et en particulier d'établir que les constituants de la houille doivent en majeure partie être représentés par des formules hexagonales, et sont les uns saturés, les autres lacunaires. Cette opinion se trouve d'ailleurs confirmée par le fait que des produits de consti-

Digitized by Google

tution analogue existent dans les tissus végétaux et qu'il est universellement admis que les houilles proviennent de la décomposition séculaire des plantes.

CONCLUSION

C'est là tout ce que l'on peut dire de certain sur la composition des charbons et c'est évidemment peu de chose en regard de l'importance de la question. Mais il est d'autres substances solides sur lesquelles nos connaissances sont encore plus incomplètes. Si la chimie des silicates est aussi peu avancée, c'est précisément parce que ces corps sont des solides réfractaires, insolubles dans tous les liquides connus, et attaquables seulement par des réactifs violents qui n'agissent qu'en les désagrégeant profondément. On en peut dire presqu'autant des celluloses et de leurs dérivés nitrés ou acétylés. Et ce sont là cependant des corps intéressants au point de vue pratique autant qu'au point de vue scientifique. Les matériaux de construction, les produits céramiques sont en effet comme l'on sait des silicates ou des silico-aluminates ; les poudres de guerre, le celluloïd, la plupart des fibres textiles artificielles dérivent de la cellulose ou de ses éthers.

Mais pour déterminer la structure de ces produits et de bien d'autres systèmes analogues, il faut trouver des méthodes expérimentales nouvelles, puisque celles que l'on a pu jusqu'ici mettre en œuvre se sont montrées soit insuffisantes, soit totalement impuissantes. Retenons toutefois que la méthode des spectrogrammes de rayons X est encore récente : elle a fourni déjà des résultats, et il semble permis d'en attendre de plus nombreux et de plus importants encore.

René Dubrisay,
Ingénieur en chef des Manufactures de l'État,
Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

LES HUITRES NACRIÈRES (1)

Certains esprits moroses ou rigides et pour le moins sévères, se complaisent à faire de la parure et de ses attributs un objet de dédain, de critique puritaine ou de colère. Ne leur en déplaise si nous ne partageons pas leur sentiment. Le besoin et le désir de la parure, de l'ornemental embellissement de l'individu ont été, de tout temps, une cause de progrès et de perfectionnement, apparemment sur toute l'échelle des êtres organisés. Sans doute le critérium diffère. Nous ne nous rendons pas bien compte de la parure réelle d'un ver de terre, mais nous la reconnaissons, parce que conforme à notre sens de l'esthétique, dans la robe des fleurs lorsqu'elles veulent séduire leurs hôtes de passage, les insectes ; de même que le faisan, le paon et tant d'autres portent de bien belles livrées pour plaire à leurs compagnes courtisanes et que le cerf se coiffe d'une superbe ramure, arme à la fois et ornement, auquel saint Hubert a ajouté la suprême parure de sa légende lumineuse. Ce sont là héritages d'ancêtres auxquels Darwin a cherché des explications ingénieuses.

Dans l'espèce humaine, les parures naturelles de la Vénus de Milo et de l'Apollon du Belvédère pourraient, à la rigueur, satisfaire le sens le plus subtil de l'appétence du beau, mais la plupart des mortels n'ont pu et ne pourraient prétendre à servir de modèle à un Praxitèle, de sorte que l'homme a pris l'habitude, bien avant Néanderthal et Cro-Magnon, de s'embellir d'ornements artificiels et de choix. Quand je dis l'homme, je veux dire la femme, car, contrairement à ce que l'on voit chez les bêtes, où la coquetterie est l'apanage des mâles, c'est la femme qui se pare, s'embellit et relève sa beauté naturelle des artifices auxquels la mode prête les caprices de sa merveilleuse tyrannie. Où j'en veux venir? A la bijouterie. Un bijou a d'autant plus de prix qu'il est, non pas beau de couleur, d'éclat, de reflet, voire de travail artistique, mais rare et, de ce fait, cher. Sa « beauté », en langage mondain usuel, demeure sans qualificatif et l'appréciation acoquine insconsciemment à l'admiration un soupçon d'envie. Qui oserait prétendre que le platine est aussi réjouissant à l'œil que le lapis lazuli ou le corail et que la perle fine — de grâce, ne refusez pas votre indulgence à ce Béotien qui parle ! — est aussi miniature d'arc-en-ciel que la nacre?

Or, pour découvrir une perle fine, il faut explorer la chair de quelques milliers de coquillages des mers lointaines et la nacre orne jusqu'à la maison d'habitation d'une moule de nos grèves.

L'une et l'autre, perle et nacre, sont sœurs de même substance : du calcaire tissé, retenu dans les mailles d'une matière proche du blanc d'œuf. La perle est de la nacre en boule et la nacre, de la perle en nappe. Une affirmation aussi baroque — il y a des perles bizarres qui portent ce nom — demande une justification que j'entreprends avec le désir de ne pas vous importuner par un langage abstrus.

Origine et composition de la nacre

Prenez, parmi les mollusques lamellibranches à double valve — ils sont très nombreux — le

(1) (Conférence faite le 14 novembre 1925 à l'Institut Océanographique).

Digitized by Google

premier venu, notre moule commune. Son corps est entouré d'un manteau délicat à deux pans largement ouverts dont chacun est formé de deux feuillets. L'un de ces feuillets, appelé *branchial*, est interne et garni de cils vibratiles qui amènent sa nourriture à la moule et l'autre, appelé *conchylien*, est externe, au contact direct de la surface brillante, nacrée, de la coquille. Ce dernier feuillet est à la fois l'architecte, le maçon et le décorateur de la maison, travaillant à son agrandissement et à sa solidité avec les progrès de l'âge de l'habitant. Il

Fig. 98. — Iles Tuamotou — Produit d'une pêche à la plonge. (*Cliché Distal.*)

est pourvu, en effet, de glandes sécrétrices dont les unes déposent des calcaires, en prismes d'arragonite, pour former la couche solide extérieure et discrètement colorée de la coquille, et les autres, une substance appelée *conchyoline*, qui est un albuminoïde. Cette substance se dispose en strates fines ou lamelles très minces à la paroi interne de la coquille et reçoit, dans ses mailles, des cristaux microscopiques de calcaire que sécrètent des glandes voisines.

La lumière, réfractée, décomposée par son incidence sur ces lamelles mêmes, renvoie les couleurs plus ou moins vives du spectre. Ainsi naît la nacre, le *nakhar* des Persans, ce qui veut dire *ornement chatoyant*. Et la sécrétion ininterrompue augmente l'épaisseur de la couche avec la croissance de la coquille.

Beaucoup de coquillages comme les Cassis, les Cônes et les Olives se couvrent entièrement d'un revêtement luisant, diversement coloré et qui rappelle la porcelaine, d'où le nom de coquilles « porcelanées » qu'on leur donne. Cette couche vitreuse est produite par un organe spécial du feuillet conchylien, appelé *periostracum*. Ces coquilles étaient employées jadis — aujourd'hui de moins en moins — à la sculpture, parfois fort artistique, de camées dont quelques-uns figurent dans les vitrines des musées comme de véritables œuvres d'art.

Huîtres nacrières

Les huîtres nacrières du commerce et de l'industrie artistique appartiennent, par ordre d'importance, à la famille des Lamellibranches, des Gastéropodes et des Céphalopodes. Beaucoup sont à la fois nacrières et perlières. La plupart sont des espèces pélagiques, d'aucunes fluviatiles et d'eau douce.

Voici le *Nautilus* de l'Océan Indien et du Pacifique, un céphalopode dont la parenté remonte aux lointains âges géologiques. La faible épaisseur de sa couche de nacre le met au second rang alors que jadis, sous l'apprêt d'artistiques hanaps, il ornait la table des grands seigneurs.

Les *Solen* ou couteaux, les *Pinna* ou jambonneaux, ainsi nommés à cause de leur forme triangulaire, très répandus dans la Méditerranée, ont également une nacre assez mince dont se servent les incrusteurs algériens et tunisiens. Peut-être avez-vous pu voir à Saint-Sulpice les deux remarquables bénitiers que la République de Venise offrit jadis à François Ier. Ce sont des *Tridacna* de l'Océan Indien, à grosse nacre blanche, auxquels leur fréquente destination a valu leur nom vulgaire. Il en existe des échantillons de plus d'un mètre de diamètre et d'un poids de plus de 100 kilogrammes et l'on se demande avec curiosité par quels moyens de tels monstres coquilliers ont pu être remontés du fond de la mer.

Les *Trochus* et les *Turbos* sont pêchés très activement dans toutes les mers chaudes. Les premiers, qu'on appelle toupies de mer ou *Trocas* dans le commerce, sont abondants dans le golfe de Tadjoura et le golfe Persique, possèdent une nacre blanche, parfois légèrement teintée de rose qu'on peut utiliser sur tout le développement des tours de spire. Les seconds, connus sous le nom de *Burgos*, sont pêchés dans les mers d'Extrême-Orient et de l'Océanie ; leur nacre assez épaisse est brillante et diversement teintée de vert clair ou foncé, ou de jaune verdâtre.

La nacre la plus chatoyante est celle de l'*Haliotis* communément appelée « oreille de mer », ou *good fish* par les Anglais. Les teintes en sont très changeantes avec l'incidence de la lumière, du bleu au violet, avec des reflets métalliques. Les Chinois en consomment la chair boucanée.

De toutes les huîtres nacrières, la plus recherchée, la plus abondante et la plus employée est la *Meleagrina margaritifera*, appelée communément « huître perlière, avicule ou pentadine perlière, aronde, etc. » Il est vrai qu'elle doit sa renommée à sa double qualité d'huître nacrière et perlière. Sa nacre,

Digitized by Google

comme vous le savez sans doute, est d'un blanc éclatant, argenté, de belle épaisseur au sommet de la coquille et, de ce fait, industriellement très profitable.

Le genre *Meleagrina* comprend plusieurs espèces appartenant à presque toutes les mers chaudes. Une jolie petite espèce habite les lagons de l'Océanie française : le *Meleagrina panasesae* ou « pipi » qui produit également des perles fines d'un orient teinté, mais dont l'éclat, comme celui de la nacre, n'est pas très durable. Une autre espèce, la *M. Vulgaris* ou petite pintadine, originaire de la Mer Rouge, était jadis inconnue en Méditerranée. Le percement du canal de Suez lui a ouvert une voie d'émigration par essaimage assez imprévue, et on la rencontre à présent le long des côtes Nord-africaines depuis Alexandrie jusqu'au golfe de Gabès et même à Toulon où M. Raphaël Dubois a tenté de l'acclimater. Je reviendrai tout à l'heure sur la Méléagrine lorsque je compléterai ma justification de la parenté de la nacre et de la perle.

Plusieurs espèces fluviatiles se font rechercher et exploiter pour leur nacre, quelques-unes également pour leurs perles, dans l'Amérique du Nord, en Europe et dans l'Extrême-Orient. Ces espèces, appelées communément *mulettes*, appartiennent

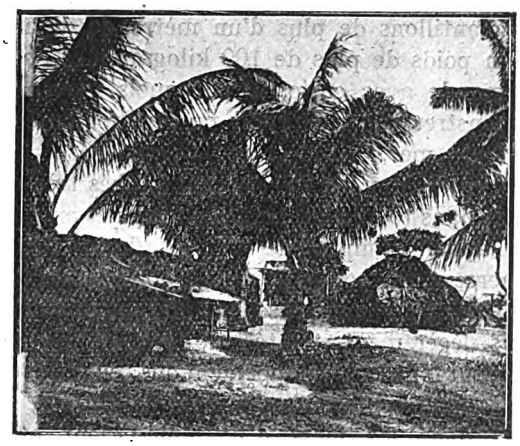


Fig. 99. — Iles Tuamotou. — Village de pêcheurs aux bords du Lagon. *(Cliché Distal.)*

à la famille des *Unionidées* et aux genres *Margaritana, Unio, Spatha,* etc. Le *Margaritana margaritifera* Retz est un coquillage très répandu dans les petites rivières des terrains primaires, pauvres en calcaire, de la Saxe, de la Bavière du Nord et de la Bohême, où elle est connue sous le nom vulgaire de « coquillage des peintres ». Exploitée pour sa nacre, elle contient également des perles, de petites dimensions, jadis assez recherchées pour que l'État se réservât le droit d'en mettre la pêche en adjudication locative, avec restriction saisonnière. Cette mulette se trouve jusqu'en Suède et en Laponie.

Une autre, appartenant au genre *Unio*, habite certaines rivières des Pyrénées.

Depuis une dizaine d'années, on voit apparaître dans les statistiques des produits d'exportation du Tonkin des coquillages à nacre — 18 tonnes en 1910, 10 tonnes en 1924 — dont un de nos colons les plus avisés et les plus scientifiquement instruits a amorcé la récolte et le commerce. M. Demange avait reconnu sur les marchés du delta la présence de ces coquillages dont l'Amérique du Nord a fait un article d'exportation. Il les a étudiés et identifiés, en deux groupes, comme de véritables mulettes nacrières, en reprochant d'ailleurs à nos industriels de verser dans une erreur préjudiciable à leurs intérêts, et commettre une « palourdise », en désignant ces coquillages sous le nom impropre et péjoratif de *palourdes*.

Le premier groupe comprend les *Unio affinis* Lea, à coquilles épaisses, lourdes et raboteuses, tapissées d'une nacre blanche, parfois légèrement azurée ou saumonée. Le deuxième groupe est représenté par l'*Unio Cumingii* Lea, qui peut atteindre jusqu'à 30 centimètres de longueur et peser plus d'un kilogramme. Sa nacre est irisée, de nuances diverses depuis le blanc laiteux jusqu'au violet vineux, rose ou saumoné.

C'est avec la nacre de mulettes, et quelquefois avec celle de l'haliotide, que les incrusteurs annamites décorent leurs ouvrages d'art d'une facture souvent si admirable.

Ces deux coquillages vivent ensemble dans les grands cours d'eau tranquilles, à des profondeurs de 5 à 10 mètres. Les Annamites les pêchent à l'aide d'un flotteur en bambou et d'un filet en forme de poche qu'ils remplissent en plongeant jusqu'au fond. Les femmes et les enfants ouvrent les coquilles au couteau pour en extraire la chair qui est vendue pour l'alimentation ou comme engrais.

Perles de nacre

Les huîtres nacrières, et notamment les Méléagrines et les Mulettes produisent les perles dites *de nacre* qui sont très différentes des perles fines bien que de même composition et de même origine pathologique.

Lorsque, pour le cuisant et insupportable désagrément d'une huître, un corps étranger dur, parasitaire, un grain de sable, un minuscule organisme vivant s'introduit dans sa maison, il ne lui est pas toujours facile de l'en expulser, d'autant moins facile que l'intrus s'est logé ou coincé entre le manteau et la coquille ou, ce qui est pis encore, dans le corps même de la bête. De guerre lasse, l'huître l'emprisonne dans une prison de nacre qu'elle

Digitized by Google

sécrète en couches successives irrégulières qui épousent la forme de l'intrus. Cette calcification prend si bien l'allure d'une maladie qu'on lui a donné le nom de *calcosphérite*.

La même réaction s'opère à la suite d'un traumatisme de la coquille.

Ainsi naissent les perles de nacre, soit libres et parfois en grappe dans le voisinage des muscles adducteurs — les *morallas*, *lagrimittas* de Californie — soit attachées par un pédoncule à la nacre de la coquille, les baroques, chicots, *topos*, etc.

Ces loupes nacrières sont presque toutes irrégulières de forme, bosselées, ovales ou oblongues, parfois très grosses et de teintes différentes. Leur valeur est infiniment moindre que celle des perles fines parce que leur structure même, par couches irrégulières de conchyoline calcarisée, ne permet pas ce jeu de lumière réfractée qui confère à la perle fine son éclat, son « orient » si recherché. Ces perles de nacre trouvent leur emploi décoratif en de multiples applications ornementales dans la joaillerie et la bijouterie de fantaisie.

Les Chinois, joignant l'astuce à l'habileté, tirent parti, depuis des siècles, de cette faculté de défense d'un mollusque, pour lui imposer la confection de perles de nacre artificielles. Leur procédé fut révélé en Europe, en 1792, par le voyageur suédois Grill, ce qui permit à son illustre compatriote Linné d'en vérifier l'exactitude en Suède.

Il existe, en plusieurs régions de la Chine, une grande mulette d'eau douce, le *Dipsas plicatus*, qui est surtout abondant dans le lac de Hantchéou-fou, près de Canton. On l'y élève en l'engraissant, ce qui lui permet d'atteindre une taille parfois énorme. Par l'entrebaillement insouciant de ses valves on lui introduit, entre celles-ci et le manteau, un grain ou un chapelet de grains de nacre, un bout de plomb, un fragment d'os ou la silhouette minuscule d'une figurine de Bouddha, découpée dans une mince feuille d'étain. Au bout d'une ou de plusieurs années, la mulette restitue une perle de nacre plus ou moins grosse, ou un camée, facile à convertir en porte-bonheur. Cette plaisante expérience a été faite par un grand nombre de naturalistes sur des espèces diverses, et M. Boutan l'a réussie sur l'haliotide, toutefois après avoir pénétré par effraction dans la coquille de son sujet.

La perle fine

La perle fine, elle aussi, est un produit pathologique. Comme la perle de nacre, elle est due à une sorte de maladie de la pierre, une calcosphérite : maladie de « riches », celle de la pierre fine. Sans défaut, la perle est qualifiée de « parangon », et l'attestation de son prix se réclame de l'antiquité, avant Cléopâtre. Plusieurs ont fait sensation dans l'histoire : telle cette « peregrina », de la grosseur d'un œuf de pigeon qui fut offerte au roi Philippe II d'Espagne et estimée au prix de 80.000 ducats. Arrivera-t-elle aussi à la gloire historique, cette perle fine qu'un jeune pêcheur de 18 ans vient de ramener, il y a quelques mois seulement, d'une plonge aux îles Gambier? On la dit une des plus belles sinon la plus belle du monde, d'un orient mat teinté, gris-pigeon, tirant sur le vert, d'une grosseur de 23 millimètres au diamètre. Assailli

Fig. 10. - Iles Tuamotou. — Pêcheur à la plonge.
(Cliché Distal.)

d'offres d'achat, l'heureux pêcheur l'aurait finalement cédée pour la somme de 10.000 livres st. N'attendez pas pareille aubaine, vous qui mangez des moules, — on conserve au Muséum d'Histoire naturelle une perle trouvée dans une moule par Milne Edwards — ou qui ouvrez des noix de coco — on cite des « perles » de cette provenance, plutôt bizarre.

La perle fine naît librement dans le corps même du mollusque ; elle n'a donc pas de pédoncule, mais peut être ovale, allongée en forme de poire ou aplatie. Vous savez que sa couleur varie du blanc mat au gris plombé, au bleuâtre et au noir verdâtre foncé. Les Hindous et les Arabes affectionnent les perles jaunes ; en Europe on préfère les blanches. La taille, la régularité de la forme et la qualité de l'« Orient » en conditionnent le prix. Avec l'âge, la perle fine perd son éclat, elle « meurt » d'autant plus vite qu'elle n'est pas portée et nous trouverons tout à l'heure l'explication plausible de cette susceptibilité.

Il résulte des observations de nombreux chercheurs, entre autres, de M. Seurat dans les lagons des Tuamotou et de M. Diguet en Californie, que la Méléagrine perlière produit une perle sur la partie de l'intérieur de son corps, généralement les arcs brancheaux très sensibles, où quelque hôte parasitaire incommode exerce une irritation prolongée.

***

Digitized by Google

Il en survient une cloque, une ampoule, un phlyctène diraient les médecins, et cette cloque plus ou moins grosse, se remplit d'un liquide qui se condense en conchyoline, se stratifie finement en couches très régulières en empruntant aux humeurs ambiantes du calcaire.

Ainsi nous explique la genèse de la perle fine. M. Diguet qui nous dit également que la perle, emprisonnée dans la vésicule, en reçoit sa taille et sa forme et que, finalement mise en liberté par la

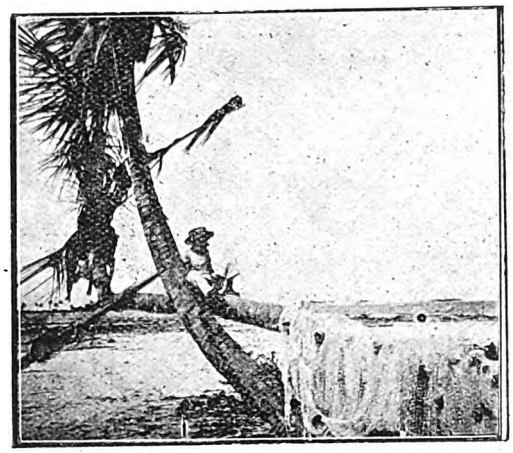


Fig. 101. — Iles Tuamotou. — Pêcheur faisant sécher son filet. (*Cliché Dista*.)

rupture de la vésicule, se trouve menacée d'expulsion par son hôte enfin soulagé. On voit que nacre et perle fine sont formées des mêmes éléments avec l'essentielle différence de la régularité et de la finesse de stratification des lamelles de conchyoline qui règlent le jeu de réfraction des rayons lumineux. Il vous souvient, peut-être, d'une certaine émotion surgie dans le commerce des perles fines, il y a quelques années, lorsque les Japonais produisirent des perles fines qui, sans être fausses, n'étaient cependant que des perles artificiellement « affinées », d'un bel orient il est vrai, mais obtenues à la manière chinoise, avec des noyaux de perles de nacre.

Mais je reviens à nos huîtres nacrières dont la plus importante dans le commerce et la plus recherchée dans les pêches est la Méléagrine perlière en ses diverses espèces parce qu'elle porte à la fois de la nacre et, par bonne fortune du pêcheur, de la perle. Il peut, en effet, arriver à celui-ci d'ouvrir et d'explorer la chair de plusieurs centaines et même de milliers de ces coquillages sans y trouver une perle de prix.

La pêche aux huîtres nacrières et perlières

La pêche est pratiquée de différentes manières. La plus primitive, la moins productive et la plus difficile est la pêche en *plonge à nu* ou de tête. Les populations côtières de la mer, habiles à la fréquenter, sont souvent plongeurs fort adroits et résistants. Les passagers des courriers d'Extrême-Orient se rappellent tous les scènes pittoresques qui les ont divertis à l'escale de Djibouti. Avant que le paquebot ait stoppé, il est entouré d'une nuée de négrillons, à la tignasse crépue, enduite de chaux blanche qui clament inlassablement « Galla ! Galla ! » « A la mé ! à la mé ! »

Et lorsque vous avez jeté à la mer une piécette de monnaie, le petit Galla pique une tête et vous la rattrape prestement avant qu'elle ne disparaisse vers le fond. Beaucoup de passagers liquident ainsi leur menu billon hors cours — ce qui est, n'est-il pas vrai, un tantinet cruel. Mais voici un négrillon debout sur le bastingage du paquebot côte tribord, et le voilà qui pique une tête à bâbord, passe sous la quille du navire et va rattrapper à la plonge la piécette blanche que vous avez jetée à la mer. Prouesse de plongeur impressionnante, parfois dangereuse. A plusieurs de ces types d'une faune amphibie, il manque, à qui un bras, à qui une jambe : le requin est passé par là. Plus loin, dans le golfe Persique et sur les côtes de Ceylan, la plonge à la recherche de l'huître perlière et nacrière est organisée par équipes qui se relaient. Le plongeur est muni de deux cordes dont l'une est lestée d'une pierre qui, après l'avoir entraîné dans la descente vers le fond, est ensuite remontée ; à l'autre est attaché un filet pour la récolte des huîtres que le plongeur, couché à plat, a pu ramasser. Averti par un appel de la corde, l'équipe de la barque remonte vivement, avec sa charge, le plongeur qui est resté de 40 à 90 secondes sous l'eau. Pour résister à la tentation de respirer par le nez, il se pince les narines dans une petite fourchette en bois.

Les plongeurs japonais sont réputés très habiles, mais ceux des îles Tuamotou et Gambier, en Océanie française, sont certainement les plus entraînés et les plus vigoureux. Sans lest et à la seule force de leurs muscles, ils peuvent plonger à 25 mètres de profondeur et demeurer sous l'eau jusqu'à trois minutes, au témoignage de M. Seurat. Pour repérer leur point de plonge, ils se servent d'une « lunette de calfat », simple tuyau de bois à travers lequel ils peuvent, en l'enfonçant de moitié dans l'eau, sans en être gênés par les rides ou la lumière trop vive, apercevoir une partie du fond de la mer et la présence de coquilles à pêcher.

Avec le scaphandre est maintenant pratiquée une pêche à la fois intensive et épuisante des gisements les plus riches. Le plongeur à nu ne peut lutter que difficilement contre le scaphandrier et il est de nécessité d'arriver, par des mesures de restriction de la pêche, de rotation dans l'exploi-

Digitized by Google

tation partielle des gisements et d'autres dispositions d'ordre administratif, à préserver de la destruction telle richesse vivante qui peuple, entre autres, dans nos colonies, les lagons des Tuamotou et des Gambier. On y connaît le *rahui* qui est l'interdiction de la pêche à la plonge nue pendant une période déterminée de l'année, et si j'en avais le temps, je vous retracerais, d'après le capitaine Wilmot, le tableau d'allégresse et d'activité que présentent ces populations de pêcheurs de perles et de nacre, le premier jour de la levée du *rahui*, leur colère et leur désespoir aussi lorsqu'elles ont vu le scaphandrier piétiner et broyer les jeunes coquilles sous le poids de sa carapace.

Enfin, la troisième méthode de pêche est le chalutage où l'on traîne, sur le fond, de petites dragues qui en arrachent les coquillages. Les pêcheurs d'huîtres perlières des côtes du Vénézuéla appellent ces engins de traîne des *arastres* et prétendent, ce qui cependant est malaisé de croire, qu'ils font moins de dégâts que les scaphandriers parce que, au lieu d'écraser les coquilles, ils aideraient à la dissémination de leurs peuplements.

Principales pêcheries

De par le monde, les principales pêcheries sont celles d'Australie et surtout du Queensland et du détroit de Torrès ; celles très anciennes — elles étaient connues avant notre ère — et très réputées au moyen âge, de Ceylan et du détroit de Manaar ; celles de l'Océanie française dans les lagons madréporiques de Tuamotou et les atolls des Gambier. Le Golfe Persique, le Golfe du Mexique, la Californie, le Vénézuéla, les côtes des grandes Iles du Pacifique et de l'Océan Indien, la côte des Somalis, etc., apportent leur appoint, au marché des nacres surtout.

On estime à 46 millions le nombre d'huîtres pêchées à Ceylan en 1925. Le gouvernement a décidé d'y limiter à 125 le nombre de bâtiments de pêche et à 2.000 celui des plongeurs qu'il recrute en grande partie parmi les Arabes du Golfe Persique et auxquels il accorde le tiers du prix de vente aux enchères du produit des pêches.

Des essais de peuplements artificiels d'huîtres perlières et nacrières ont été entrepris en diverses régions, afin d'atténuer les effets des exploitations déréglées des gisements naturels. La Méléagrine perlière qui vit, fixée par son *byssus* aux aspérités du fond, en association nombreuse, ne demande qu'à essaimer et à étendre sa colonie. Il y va même de son intérêt vital puisque les jeunes générations, issues d'un naissain abondant, se superposent aux générations plus anciennes qu'elles risquent d'étouffer, en telle sorte qu'une exploitation trop parcimonieuse d'un gisement actif peut avoir une partie des inconvénients d'une exploitation excessive. Peupler artificiellement des reliefs sous-marins à plus de 10 mètres de profondeur — les fonds de 20 à 25 mètres donnent les plus beaux spécimens d'huîtres — n'est pas chose facile et il n'y a pas lieu de s'étonner que les expériences du détroit de Torrès et celles qu'on poursuit depuis une cinquantaine d'années en Océanie française, n'aient pas encore donné de résultats probants. M. Gustave Vives paraît avoir plus de succès dans le Golfe de Californie où il élève une variété naine de Méléagrine

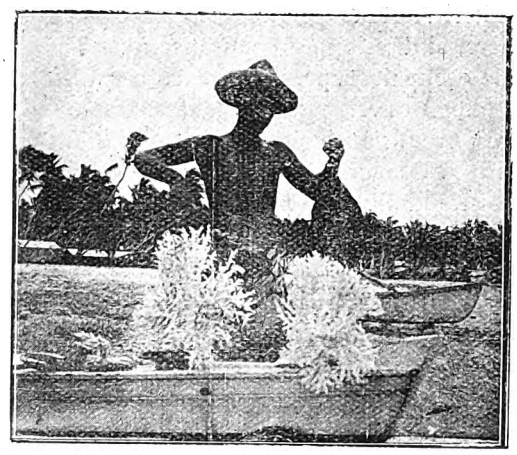


Fig. 102. — Iles Tuamotou. — Un plongeur indigène. *(Cliché Distal.)*

perlière n'atteignant pas plus de 18 centimètres alors que celle de l'Océan Indien en acquiert facilement 30. Cette variété, adulte à sa cinquième année, fournit une belle nacre brillante et transparente.

Commerce et marchés.

Londres est le grand marché collecteur de la nacre et ce marché est réglementé par le Gouvernement qui autorise des commissaires-priseurs spécialement désignés à faire une vente tous les deux mois, sur échantillons, dans un office spécial. Ces échantillons correspondent aux « pilas » préalablement triés, suivant sortes et qualités, dans de grands entrepôts et se font aux enchères. Notre marché de Marseille reçoit des *burgos* de Madagascar qui cotent actuellement de 325 francs à 525 francs les 100 kilos, et des *trocas* de la Nouvelle-Calédonie qui valent de 750 à 850 francs, tandis que ceux de la Mer Rouge varient de 400 à 600 francs.

La nacre d'haliotide et celle de l'huître perlière atteignent à Londres des prix près de dix fois plus élevés.

Nos colonies ont exporté, en 1923, 2.606 tonnes d'huîtres à nacre, soit :

Digitized by Google

Etablissements français de l'Océanie ...	1097 t.
Nouvelle-Calédonie	312 —
Nouvelles-Hébrides.....	153 —
Madagascar.....	139 —
Indochine	105 —

avec quelques faibles quantités provenant de la Guadeloupe et du Dahomey. Cette exportation se chiffre par une valeur de près de 20 millions de francs. Le marché de Marseille, concurrencé avant la guerre par celui de Hambourg qui recevait une grande partie des nacres de Tahiti, l'est à présent par celui de Londres qui est à change élevé, situation d'autant plus regrettable que l'industrie nacrière, si développée en France avant la guerre, qu'elle occupait la première place parmi les autres pays (4.000 ouvriers de la nacre), travaille maintenant avec l'outillage perfectionné des usines modernes. Ces usines ont fini par se substituer à l'industrie familiale et au tour à pédale de l'ouvrier en chambre.

Industrie de la nacre

Avant d'être prête pour ses applications industrielles, l'huître nacrière passe par une suite de manipulations assez délicates : lavage, sciage au fil, décapage et dégrossissage, polissage et découpage. Mais je ne veux pas retenir trop longtemps l'attention par une promenade autour des outils d'une usine moderne des Vosges, du Dauphiné ou de l'Oise, où se confectionnent les boutons de toutes tailles, formes et coloris de teinture, où crissent les scies circulaires, les fraiseuses et les forets, où claquent les cliveuses, grognent les polisseuses à la meule et râclent les râpes pour façonner des manches à couteaux, des corps de jumelles, des jetons de jeu, des montures d'éventails, des porte-monnaie, des couvertures de livre et mille autres bibelots de luxe, qui vont sortir de la main habile de l'incrusteur.

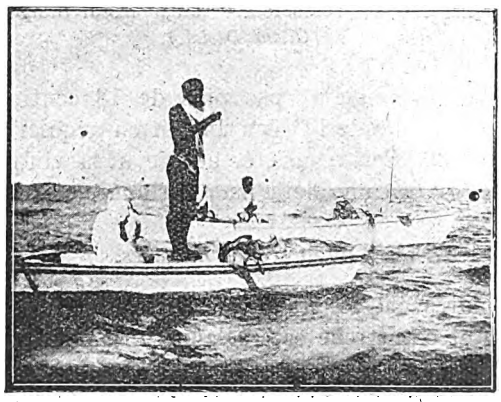


Fig. 103. — Iles Tuamotou. — Un pêcheur s'apprêtant à plonger. (*Cliché Distal*)

Saluons, en passant, d'une épithète admirative, cet art de l'incrustation. Nous avons pu juger de la finesse, de la délicatesse et de l'originalité de cet art au pavillon indochinois, cette petite merveille de l'Exposition des Arts décoratifs. Les Chinois et les Japonais y excellent depuis des siècles et ils l'ont appris à nos Annamites qui, à leur tour, sont passés maîtres. Les plus belles incrustations se font sur bois de *trac* qui est un des plus durs que l'on connaisse et de belle teinte foncée brune. Nous voyons, sur tel panneau, joliment apparaître une procession entière, un paysage de montagnes agrémenté de cours d'eau, le tout miroitant et chatoyant au déplacement de notre regard; ou bien des touffes de bambou avec des envols de papillons que nous admirons autant pour la diaprure de leur livrée que pour la ténuité capillaire des filets de nacre qui figurent leurs antennes. Jadis en Indochine, les maîtres incrusteurs rehaussaient de la perfection de leurs œuvres d'art le prestige de la cour royale qui se réservait leurs travaux; d'autres ajoutaient leur renommée à la ville où résidait quelque grand mandarin, jaloux de sa réputation de fin connaisseur. De nos jours, l'art de l'incrustation se commercialise et si quelques superbes spécimens sortent, pour les Expositions officielles, des ateliers d'artistes marchands, la banalité a envahi les échoppes du bazar offrant au goût robuste du collectionneur de bibelot exotique, des objets dont le moindre tort est de le satisfaire par la modicité justifiée du prix. Ainsi en est-il d'ailleurs des laques, des bois sculptés, des broderies et des cuivres dont l'industrie, jadis si artistique, menace de s'abâtardir dans la camelotte et la pacotille que n'atteint même pas l'art moderne.

Perles et nacres artificielles.

De tout temps, les belles choses ont trouvé, dans de prétentieux produits sosies, des imitations orgueilleuses. Au XVIII^e^ siècle, Jaquin, fabricant de chapelets à Paris, inventa les perles artificielles à l'essence dite « d'orient ». L'industrie s'en est développée, depuis, fort habilement à Paris, à Vienne, en Italie, en Bohême et en Thuringe. La mode en est de nos jours, fort répandue. Ce sont des boules de verre mince soufflé, de formes très variées, enduites à l'intérieur d'une couche d'essence d'Orient mélangée à de la gélatine ou mise en suspension dans un vernis à la nitrocellulose ou à l'acétate de cellulose. Un peu de tetrachlorure de titane donne des reflets irisés.

L'essence d'Orient est obtenue des écailles de l'ablette, l'*Alburnus lucidus*, ce petit poisson ingénu

Digitized by Google

et dérisoire qui abonde dans les eaux tranquilles de toutes les rivières au nord des Alpes. Ses écailles brillantes, argentées, composées de *guanine*, qui est un produit d'excrétion, sont mises à macérer dans de l'ammoniaque à laquelle elles abandonnent de petits cristaux irisés.

Il faut 70.000 de ces petits poissons pour obtenir un kilogramme d'essence d'Orient. Un petit Saumonide de la Méditerranée, l'*Argentina sphyraena*, qui possède des écailles et une vessie natatoire couverts d'un enduit argenté, sert au même usage.

On connaît aussi des perles phosphorescentes obtenues d'un mélange de sulfure de zinc et d'un sel de mesothorium ou de radium dans du baume de Canada : ornement surprenant des robes de ballerines.

Il y a quelques années, MM. Clément et Rivière ont réussi la préparation parfaite d'une nacre de synthèse appliquée à la fabrication de perles artificielles d'un fort joli aspect.

Leur procédé imite la nature. La conchyoline du mollusque est remplacée par de la gélatine à laquelle ils incorporent, par une réaction chimique spéciale, un sel de calcium qui s'y dispose en files parallèles plus ou moins serrées. Il en résulte une irisation nacrée, métallique, dont le chatoiement varie suivant la proportion d'eau contenue dans la solution. Le nacrage est parfait avec 80 % d'eau et devient plus terne, ou moins irisant, si cette proportion est moindre ou plus forte, ce qui permet d'obtenir des teintes variables au gré du chimiste. Jadis, on lui aurait donné le nom redoutable d'alchimiste.

Leurs expériences nous dévoilent la cause de la mort des perles et de la nacre. En chauffant une perle fine au delà de 50° C on la « tue » ; elle devient opaque par déperdition d'eau. Inversement, une nacre artificielle, ternie par la dessiccation, peut être revivifiée par hydratation. Nous savons désormais qu'une perle fine « meurt » de soif par un séjour trop prolongé dans la sécheresse d'un coffret inanimé. Nous apprenons également que son doux éclat, son « orient » si merveilleux dans sa jeunesse, fragile pourtant et précaire, se nourrissent, au contact d'un reposoir vivant, de la moiteur naturelle d'une gorge ou d'une chevelure féminine. Le poète aurait bien pu nous en instruire, lui qui savait que l'écrin d'Amphitrite est humide. Mais le poète se charme volontiers de mirages et néglige les glandes sudoripares dans le royaume des phantasmes.

Et voici que Mimi Pinson, au parterre, porte la merveilleuse parure d'un collier de vraies perles fines; elle n'en aura ni triomphe pour elle, ni envie chez les autres, parce qu'elle est Mimi Pinson. Mais que Cléopâtre, trônant au devant d'une loge fleurie, exhibe un triple rang de perles artificielles, l'admiration béate s'attache à sa parure fallacieuse et fait crédit à la loyauté de son luxe. Voilà, n'est-il pas vrai, le mirage des perles, le mirage d'orient de la perle fine?

Guillaume CAPUS,
Docteur ès sciences,
Professeur à l'École Coloniale.

CAUSERIE CHRONOMÉTRIQUE

(Fin)

VII. — *Vue d'ensemble sur les grands problèmes actuels de la Chronométrie éclairés par la méthode de Villarceau.*

Les mérites, au point de vue de la précision d'une machine à mesurer le temps, *machine horaire* comme la nommaient les chronométriers du XVIII^e^ siècle, sont intimement liés à la régularité de l'organe réglant dont le caractère essentiel, origine immédiate de l'isochronisme, consiste, d'une part, dans *une proportionnalité suffisamment approchée* de l'intensité de la force pendulaire à la grandeur angulaire de l'écart qui sépare la position actuelle du balancier oscillant à son point mort, et, d'autre part, dans *la réalisation de la sécurité de l'échappement;* l'échappement est le dispositif mécanique qui distribue en la position favorable du balancier réglant *le choc réparateur;* l'objet répété de ce choc n'a d'autre but que de remédier à l'usure de l'amplitude de la vibration de l'organe réglant; sans échappement, la vibration dont le rythme scande les durées s'éteindrait peu à peu, victime de l'usure d'énergie, morsure inévitable des frottements et des résistances passives de toute espèce qui guettent, plus ou moins rapidement, l'*agonie* de la vibration réglante. Ce choc réparateur doit être distribué, dans une zone de l'amplitude de la vibration, aussi réduite que possible, mais la position moyenne du balancier pour laquelle l'impulsion réparatrice reçoit ce choc, doit être choisie par rapport à la position dite du point mort, pour laquelle la force de rappel est nulle.

Cette position moyenne, en laquelle le balancier réglant doit recevoir le choc réparateur de l'échappement est d'ailleurs liée aux différents types signalés plus haut parmi les résistances passives.

S'agit-il d'un frottement constant? Alors la position la plus favorable du balancier pour recevoir le choc de l'échappement ne doit pas être en la position d'équilibre dénommée point mort, mais la précéder d'un décalage anticipé dont l'étendue angu-

Digitized by Google

laire est proportionnelle au petit nombre qui mesure le rapport de la force de frottement à l'effort pendulaire ; ne pas oublier que ce dernier effort est toujours apprécié à une distance égale au *radian*, dont la valeur vaut comme on sait 206.265 secondes d'angle, cette valeur en seconde correspond à un arc dont la longueur est égale au

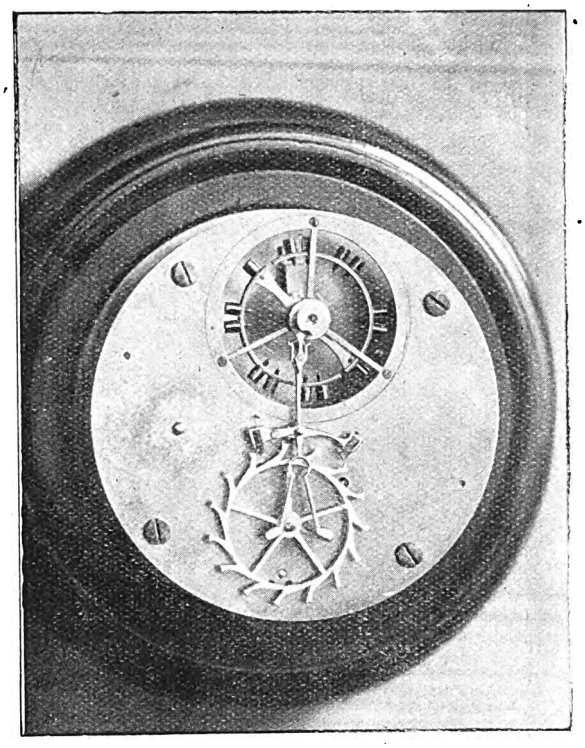


Fig. 104. — Échappement bien connu des montres à ancre ; sur ses deux rubis d'entrée et de sortie portés par l'ancre, s'appuient successivement les dents de la roue d'échappement. En haut, le balancier compensateur, dont la bague bimétallique ne porte plus les deux grosses masses compensatrices réservées aux chronomètres marins et visibles sur la figure 105.

rayon. Les figures 104 et 105 résument les échappements des montres.

On aperçoit sur la figure 104, un peu au-dessous du niveau du fil d'or, mais au-dessus des courbes terminales du spiral réglant, le balancier compensateur déformable des chronomètres marins.

Signalons dans les futurs échappements, le décalage de l'impulsion centrale, que l'on peut dès aujourd'hui prévoir sur les échappements électriques de l'avenir. S'agit-il d'un frottement constant accompagné d'un frottement du type visqueux, c'est-à-dire proportionnel à la vitesse? Un même décalage dû au frottement constant fixera encore la règle technique pour situer la position moyenne propice du balancier qui devra assurer le maintien de l'isochronisme de la vibration entretenue. On peut appeler ce décalage le décalage de sécurité. Il est toutefois important d'observer que la *détermination expérimentale et préalable* du coefficient utile à connaître pour la fixation du décalage de sécurité dans le cas de deux résistances simultanées exige des observations photographiques un peu plus longues que dans le cas d'un simple frottement constant, mais la méthode en a été décrite dans l'ouvrage précité plus haut, dans le cas simple ou dans le cas complexe d'une seule résistance ou des deux résistances passives simultanées.

On voit par là combien précieuses peuvent devenir les remarques de Villarceau.

Ces remarques peuvent même étendre leur utilité hors du domaine de l'horlogerie proprement dite et collaborer à la solution de problèmes physiques nouveaux, relatifs à l'étude expérimentale concernant les lois des frictions intérieures s'exerçant entre un liquide et un flotteur. Une question se pose en effet au sujet des frictions qui se manifestent à l'intérieur d'un fluide *au contact d'un*

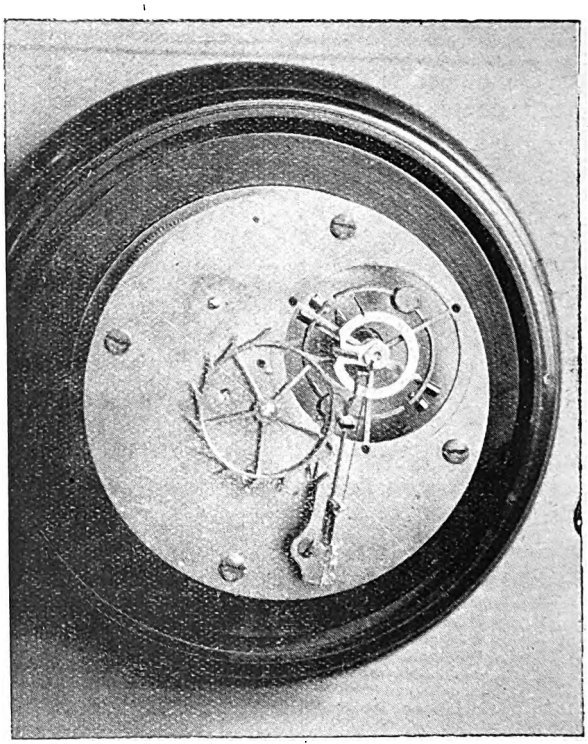


Fig. 105. — Échappement à coup perdu des chronomètres marins.

solide oscillant de révolution tournant autour d'un axe vertical d'oscillation, recherche dont la réponse peut, nous le verrons plus loin, être obtenue par des méthodes capables de fournir un flotteur oscillant autour d'un axe d'oscillation, et constituant un mouvement pendulaire strictement isochrone et amorti par une résistance visqueuse ;

Digitized by Google

le problème en suspens est alors celui-ci : cet effet de viscosité est-il oui ou non accompagné d'un frottement constant produit par une pression hydrostatique?

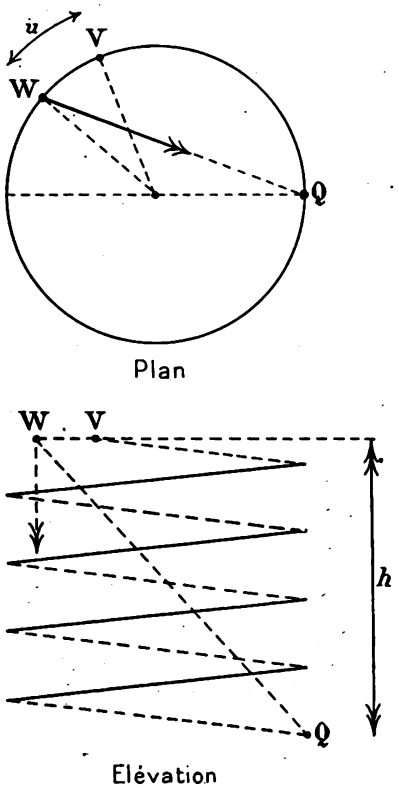


Fig. 106. — Montrant sur le plan la projection de l'arc d'hélice au repos projeté sur un plan transverse horizontal, arc compris la projection Q du piton et la virole V.
Cet arc comporte une partie principale égale à un nombre entier de tours, et un complément l'arc propre QV auquel se rapporte le paragraphe IX.

La réponse sera clairement donnée par le simple graphique de l'enregistrement photographique des oscillations. Ce graphique sera en effet d'un type ou d'un autre suivant la réalisation du type simple ou double des résistances passives avec lesquelles il faut compter.

VIII. — Entre le XVII^e siècle et la fin du XVIII^e Graham, pour l'échappement à repos des horloges, Arnold pour l'échappement libre des chronomètres marins, furent les créateurs des vibrations entretenues ; Arnold, par son mystérieux modelage aux deux extrémités du ressort hélicoïdal des chronomètres marins donne à ce ressort réglant la force régulière pendulaire qui assure l'isochronisme des chronomètres marins ; en 1861 les courbes mystérieuses d'Arnold deviennent, à la grande satisfaction des régleurs, les dociles et maniables courbes Phillips, dont la règle des tracés est simple et précise. Notre compatriote Pierre Le Roy, qui avait longtemps partagé avec Arnold l'honneur de l'invention du balancier compensateur réalisé par une bague bimétallique fendue et légèrement déformable, paraît avoir décidément pris le premier les brevets pour cette invention, et M. Reverchon nous l'a rappelé récemment. On s'accorde cependant à rendre hommage à Earnshaw d'avoir eu, le premier, l'idée de remplacer le rivetage mécanique de deux métaux inégalement dilatables par la soudure qui devait conduire à la lame bimétallique fendue ; celle-ci fut d'ailleurs adoptée avec la plus grande confiance, confiance qui semblait légitime — à ne considérer que sa tâche thermo-compensatrice.

Mais un jour le même *Phillips* qui avait réussi à percer le mystère du secret des courbes terminales d'Arnold, s'avisa d'étudier, au *point de vue mécanique*, les effets de la déformation de la lame bimétallique du balancier compensateur dans le cours même d'une oscillation simple du balancier.

Ainsi fut révélé, à la stupéfaction des horlogers, le phénomène suivant : parmi les perturbations d'isochronisme, la plus forte et jusqu'alors la plus insoupçonnée se traduit ainsi : quand l'armage du ressort du rouage qui dispense le choc réparateur a varié de manière à faire passer la semi-amplitude de régime de la vibration de un quart de tour à trois quarts de tour, la montre marine, du modèle étudié par Phillips et appartenant à la marine française, varie en 24 heures de 12 secondes. Cette constatation mettait donc le réglage mécanique dans la dépendance de l'appareil thermo-compensateur ; ce grave défaut de réglage n'a pu être évité que le jour où, grâce aux découvertes de M. Guillaume, la stabilité définitive de la métallurgie des invars a pu être enfin conquise, c'est-à-dire depuis le jour où la compensation thermique, comme Cornu en avait déjà formulé l'espérance il y a vingt-cinq ans en saluant les premiers travaux de M. Guillaume, a pu enfin être confiée à une molécule physique nouvelle et non plus « à ces bibelots mécaniques » multipliés pour la laborieuse atténuation des erreurs secondaires.

IX. — Notre compatriote Pierre Le Roy devina dans une toute autre voie que celle où l'Anglais Arnold s'était engagé, une méthode d'isochronisme, *sans modelage des courbes terminales, opération que l'on a appelée avec raison une opération chirurgicale des ressorts.* La méthode devinée par Le Roy ne fut à son tour expliquée et précisée que beaucoup plus tard par les calculs de Resal et Caspari. Dans des commentaires, je n'aurai garde d'entrer ici ; aussi bien, l'important n'est pas ici de reproduire les justifications mathématiques, mais de

Digitized by Google

toucher, pour ainsi dire du doigt, les *circonstances physiques* qui ont favorisé les grands progrès de la précision de la conservation du rythme d'où dépend la mesure du temps.

Comme toujours les précurseurs créent ces progrès, d'instinct ; et le mécanisme n'en est révélé et parfois perfectionné que plus tard.

En voici un exemple mémorable qui mérite d'être rappelé.

Nous parlions plus haut des chronographes dont les sports font usage, ce sont des chronographes réalisant par deux poussettes manœuvrées par l'observateur le *top* initial et le *top* terminal de la durée à mesurer ; mais la comparaison des pendules d'horloges, et des battements d'un pendule libre employé pour la mesure de la gravité ont conduit à la méthode classique des coïncidences ; une méthode nouvelle consiste à produire et à conserver effectivement le signal d'un éclair, et d'apprécier la phase de l'instant où le signal de l'éclair est produit, par rapport aux deux bornes consécutives d'une même oscillation en cours ; cette phase se déduit d'un cliché photographique.

La méthode est essentiellement liée non seulement à la réalisation de l'isochronisme de la vibration étudiée, *mais encore à la réalisation suffisamment approchée de la régularité de cet isochronisme* qu'on appelle isochronisme pendulaire simple, ou encore isochronisme sinusoïdal, celui-là même auquel s'applique le schéma graphique de Villarceau, qui joue, à propos du frottement isochrone, le rôle signalé plus haut.

Digression sur l'invention de Jurgensen. — C'est ici l'occasion d'insister comme elle le mérite sur l'apparition du pendule à *languette* de suspension qui, dans les horloges astronomiques, a depuis longtemps remplacé le pendule à couteau et qui constitue la découverte du Danois Jurgensen. Le pendule à couteau est réservé aux mesures de la gravité.

Quand on parle de la précision des horloges astronomiques, qui de nos jours se réduit à des variations, souvent régulières, de quelques centièmes de seconde par mois, n'oublions pas que le pendule réglant est devenu déjà le *pendule à suspension flexible* de Jurgensen. Cette remarque faite, ne prenons pas trop à la lettre la fameuse puissance réglante du pendule, elle est subordonnée au degré d'isochronisme qu'il réalise et ce degré a été notablement augmenté par la suspension de Jurgensen.

Mais l'organe nouveau, système mi-solide et mi-élastique, n'est pas encore complètement élucidé ; il fait l'objet de patientes et récentes recherches de M. Le Rolland ; nous devons les citer ici, car elles seront sans doute encore une des applications de cette méthode de l'éclair signalée par Lipmann et utilisée déjà par M. Bigourdan dans le cas particulier des chronomètres.

Il est essentiel d'exiger toutefois que l'un au moins des systèmes oscillants comparés possède un degré d'isochronisme déjà très élevé.

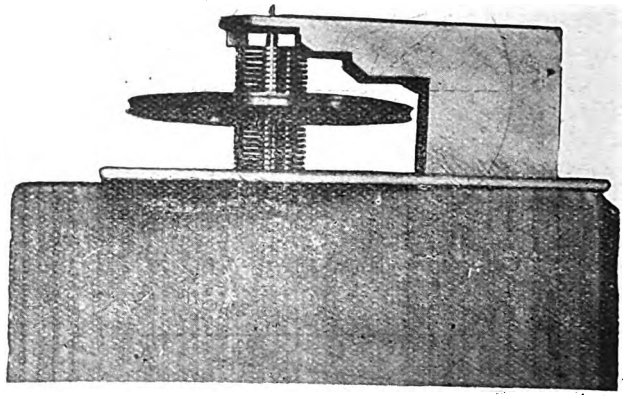


Fig. 107. - Le premier spiral double.

X. — *Retour sur la découverte de Pierre Le Roy.* En quoi consistait donc la découverte instinctive de Pierre Le Roy? (voir fig. 106),

Les spiraux cylindriques de ce chronométrier avaient ceci de particulier : envisagez en projection sur un plan transverse l'attache fixe Q du ressort, celle encastrée dans le bâti du chronomètre en une place que l'on nommait le *piton*, l'attache mobile, qui encastrée à un étage différent, vu la forme hélicoïdale du ressort, se fixe en un point du balancier que l'on nommait la virole ; piton et virole, bien qu'à deux étages différents, étant projetés chacun sur un même plan transverse — c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe d'oscillation qui est vertical dans les chronomètres marins — on peut joindre ces points d'attache au pied de l'axe d'oscillation, point où cet axe perce le plan transverse ; cette opération étant faite dans la position d'équilibre du balancier, c'est-à-dire dans la position naturelle V du spiral posé librement sur un plan de marbre horizontal ; à l'angle d'arc QV formé, par les deux rayons extrêmes se coupant au pied de l'axe on donne le nom d'*étendue angulaire du spiral*, nommons-la P ; seulement considérez que l'angle ainsi défini doit être engendré *en suivant*, sur le ressort, *le sens de l'enroulement du piton vers la virole* et atteint une valeur égale à un nombre entier de tours plus une fraction d'un quart de tour.

Ceci étant bien entendu, nous pouvons résumer la découverte de Pierre Le Roy en disant :

« Avec des spiraux dont l'étendue angulaire est VOISINE d'un nombre entier de tours plus ou moins

Digitized by Google

un quart de tour. » le chronomètre marin a une marche *à très peu près isochrone*, et on le reconnaît en armant *plus ou moins* le ressort tendeur du rouage d'entretien, ce qui produit sur l'amplitude de la vibration de régime une étendue *plus ou moins* forte ; et en comparant devant une pendule d'observatoire la marche du chronomètre en *régime fort*

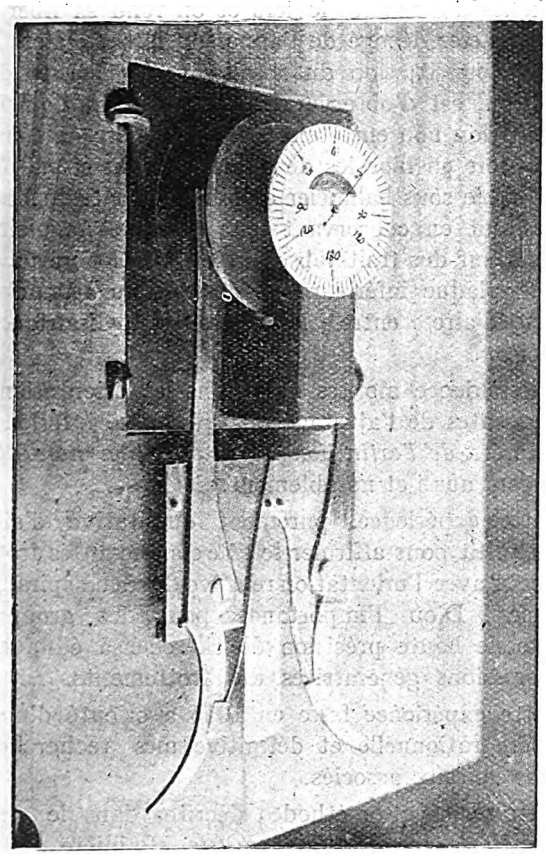


Fig. 108. — Le démarreur d'Ernest Jaccard pour la première étude du spiral double.

ou en *régime faible* on apprécie précisément ainsi l'*erreur d'isochronisme*. Les spiraux de Le Roy se comportaient effectivement beaucoup mieux à cette épreuve lorsque leur étendue angulaire avait une valeur *voisine* de celle définie plus haut.

XI. — Cette intéressante propriété que le chronomètre muni d'un spiral de Le Roy, dont le rayon de piton et le rayon de virole sont à angle droit lorsque le spiral est en équilibre, réalise un isochronisme satisfaisant, et cela, remarquons-le bien, sans subir cette opération chirurgicale qu'Arnold imposait à ses ressorts dont il modelait les portions terminales ; l'explication s'en fit longtemps attendre : elle se produisit d'une manière assez détournée, lorsque Caspari eut l'idée d'appliquer au spiral hélicoïdal cylindrique la méthode de Résal pour l'étude d'un ruban cylindrique droit.

Ce problème, purement rationnel en apparence, n'intéressait Résal que pour l'étude du gros ressort du rouage des chronomètres.

Mais, comment passer du ruban cylindrique de Résal, ou — pour parler le langage de Résal — comment passer *du ressort circulaire* au ressort hélicoïdal des chronomètres marins?

Vu la faible inclinaison des spires sur un plan transverse, la méthode de Résal-Caspari admet, de sentiment, que, si on regarde la fibre moyenne du spiral cylindrique envisagée en projection sur un plan *transverse* (plan perpendiculaire à l'axe d'oscillation du balancier) cette projection devient assimilable au ressort circulaire de Résal et les forces élastiques transverses, transmises le long de la fibre moyenne du ressort hélicoïdal depuis l'encastrement du piton jusqu'à l'encastrement du ressort spiral à l'étage supérieur sur la virole seront, *en leurs composantes transverses*, les mêmes que pour la déformation du ressort circulaire plan de Résal.

D'ailleurs les composantes transverses, transmises finalement au balancier oscillant, sont les seules qui interviennent dans la formation de l'effort tournant qui constitue ce qu'on appelle *le moment mécanique transmis* par la virole au balancier oscillant. Cet effort tournant n'a pas la régularité, dite pendulaire, qui assure l'*isochronisme complet* soupçonné déjà par Huygens dans l'oscillation d'un pendule simple ; mais en revanche, le terme perturbateur non pendulaire de l'effort tournant produit sur la durée de la vibration une variation dépendant d'une fonction connue de l'amplitude de régime de la vibration ; pour un spiral quelconque mais unique, cette petite variation est de l'ordre de l'inverse du carré de l'étendue angulaire du spiral, mais le coefficient de cette perturbation s'annule pour un spiral de Le Roy, ce qui a pour effet d'abaisser l'ordre de petitesse de la dite perturbation.

XII. — La méthode de Le Roy ne fournit pas l'isochronisme pendulaire régulier ou sinusoïdal.

La théorie de Résal-Caspari n'avait pas dit le dernier mot de la précision qu'il est possible d'obtenir encore en s'inspirant de la méthode de Le Roy ; avec un seul spiral il est impossible de produire l'isochronisme pendulaire, réalisé par la régularité de variation de l'effort tournant devenant proportionnel à l'angle dont tourne le balancier ; si l'on veut produire l'isochronisme pendulaire et chercher à faire disparaître la partie principale irrégulière de l'effort tournant, il faut adopter des spiraux associés.

Sur la figure 107 est représenté le premier spiral double signalé en 1911, il est ainsi construit. Adop-

Digitized by Google

tez un nombre entier N, et commandez un ressort hélicoïdal dont l'étendue angulaire serait de 2N tours augmentés d'un demi-tour ; sectionnez-le en deux parties égales consécutives. Adoptez les terminaisons extrêmes du ressort complet primitif, comme attaches fixes destinées aux pitons extrêmes (supérieur et inférieur), puis adoptez sur le balancier, en une virole commune, l'attache du point primitivement sectionné, en deux encastrements confondus. Vous aurez ainsi obtenu deux ressorts égaux et associés, dont chacun aura un nombre entier de tours plus un quart de tour ; ce seront *deux spiraux de Le Roy*, ainsi nommés en l'honneur du chronométrier français. Sur ce spiral double, les parties irrégulières de l'effort tournant global transmis au balancier par les deux moitiés de notre spiral primitif se détruisent et ce spiral double assure à l'oscillation de son balancier une vibration sisunoïdale de haute approximation ; la régularité pendulaire de l'effort tournant a ici une approximation relative de l'ordre du cube de l'inverse de l'étendue angulaire commune aux deux ressorts conjugués ; cette approximation est aisément réalisable au millionième relatif.

De plus, en variant à volonté la situation relative des deux spiraux associés, en donnant à l'un un déplacement relatif hélicoïdal quelconque, la même propriété persiste.

Mais ces premiers résultats ne tenaient compte d'aucun des frottements résultant des pressions élastiques longitudinales et des frottements divers.

Aujourd'hui, depuis 1911, j'ai obtenu les résultats suivants, implicitement ou explicitement contenus dans mes récentes publications.

1° On peut, avec huit spiraux de Le Roy convenablement ajustés, réaliser un balancier oscillant isochrone à l'approximation du millionième ;

2° On peut, sous la réserve de l'hypothèse dite des techniciens, obtenir le même résultat avec quatre spiraux formant deux ressorts égaux et deux ressorts symétriques, formant un quadruple convenable ;

3° Quelques-uns de ces résultats sont intéressants, car ils sont indépendants de notre ignorance des effets de torsion et des réactions élastiques longitudinales et aussi pour cette raison :

4° Ils permettent de construire des balances rotatives mesurant les couples naturels au millionième.

Cette dernière figure 108 représente, comme la précédente, un appareil d'Ernest Jaccard, très précieux pour orienter les premières recherches sur les spiraux associés. Cet appareil n'est autre que le précédent, mais complété par un démarreur formé d'une paire de ciseaux d'appui s'*ouvrant* à volonté, pour produire le *dégagement en liberté* du balancier étudié ; la photographie représente les ciseaux fermés maintenant le balancier dans une position forcée, variable à volonté.

En fermant à la main les deux petites branches des deux leviers distincts à pivots séparés, on ouvre au contraire simultanément les grandes branches des mêmes leviers et on rend sa liberté au balancier dégagé de l'appui du ciseau ; alors il oscille sous l'action du spiral double ; le but de l'appareil est d'observer la durée d'extinction de l'oscillation non entretenue du balancier ; en tournant alors en bloc les deux attaches du spiral du bas, virole sous balancier et piton au bâti du bas, mais tout en conservant leur distance angulaire repérée sur des traits observables, visibles au fond sur la plaque inférieure en dessous du balancier intermédiaire entre les spiraux cylindriques associés.

L'expérience montre que, dans les orientations changeantes de l'ajustage du spiral fixe inférieur, les durées *de l'extinction de la vibration naturelle* changent aussi et notablement.

Cette expérience, purement qualitative d'ailleurs, suffit pour affirmer le rôle complexe des frottements avec l'orientation relative des deux spiraux associés. D'où l'importance pour des groupements de haute précision de chercher à éliminer les pressions génératrices des frottements.

Cette expérience faite en 1915 a orienté d'une manière rationnelle et définitive mes recherches sur les spiraux associés.

Aux règles et méthodes décrites dans le volume *Horlogerie et Chronométrie* (Baillière, éditeur), ma note du 3 novembre 1924 à l'Académie des Sciences a ajouté à mes recherches une découverte nouvelle.

En limitant ici cette causerie chronométrique, rappelons que les recherches et les résultats qui s'y rattachent n'ont été possibles que depuis la belle découverte de M. Guillaume : la découverte des invars et la stabilisation de leur métallurgie ont seules permis de revenir, pour des horloges élastiques, au balancier solide et indéformable.

Jules ANDRADE,
Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La photographie infra-rouge par la phosphorescence. — 1. Le physicien américain Wood a réussi, il y a quelques années, à fixer par la photographie les rayons infra-rouges émis par un corps. La solution de ce problème n'est pas sans intérêt pratique car les rayons infra-rouges sont peu diffusés par le brouillard et les poussières.

En une note intéressante, présentée au 4me Congrès de Chimie Industrielle, M. A.-A. Guntz en expose l'état actuel et les perfectionnements qu'il lui a apportés.

2. La réalisation de telles photographies demande :

1° Un filtre, ne laissant passer que les radiations infra-rouges ;

2° Une plaque sensible à ces radiations.

Comme filtre on a tout d'abord utilisé la solution sulfocarbonique d'iode, puis les colorants organiques (écran Wratten n° 88) ; et même des feuilles minces d'ébonite ou de mica noir ; mais seul le verre à base d'oxyde de manganèse, récemment découvert, donne un écran commode stable et pratique.

On a amélioré la sensibilité de la plaque photographique grâce à des sensibilisateurs de plus en plus efficaces, constitués par des matières colorantes organiques comme la dicyanine ; toutefois la longueur d'onde des radiations extrêmes qu'on ait enregistrées ne dépassent pas 0μ,9 ; ces radiations sont dans la région infra-rouge qui borde le spectre visible.

3. Depuis longtemps, on a songé à utiliser l'action de la lumière infra-rouge sur les sulfures phosphorescents et, en particulier, sur le sulfure de zinc.

Sous l'action de la lumière actinique habituelle bleue-violette et ultra-violette, le sulfure phosphorescent accumule une certaine énergie lumineuse qu'il restitue ensuite à l'obscurité. Après qu'il a été isolé, la luminosité décroît avec le temps suivant une courbe régulière et rapidement descendante. Si, à ce moment, la lumière infra-rouge éclaire le sulfure, elle produit une action, dite d'extinction infra-rouge, aux points frappés par les rayons ; le composé perd rapidement sa luminosité et ces points apparaissent dans l'obscurité comme des taches sombres.

4. Sur une pellicule phosphorescente insolée, projetons une image infra-rouge ; au bout de peu de temps les points de l'image où agissent les rayons infra-rouges apparaissent en noir ; on obtient un négatif, négatif fugace d'ailleurs, puisque la phosphorescence des parties qui n'ont pas été frappées par les rayons infra-rouges va en décroissant avec le temps. En posant ce négatif phosphorescent sur une plaque photographique, les parties phosphorescentes impressionnent la plaque et fournissent ainsi un positif.

Comme matière phosphorescente, on a utilisé jusqu'à présent du sulfure de zinc à phosphorescence verte, phosphorescence qui est due à une trace de cuivre. Ce sulfure subit, sous l'action de la lumière infra-rouge, une extinction particulièrement nette.

Lorsque les rayons infra-rouges produisant l'image à fixer sont de faible intensité, on ne peut augmenter indéfiniment la durée de leur action sur l'écran, puisqu'il faut que la phosphorescence subsiste encore dans les parties non touchées par l'infra-rouge ; on doit par conséquent insoler juste avant l'exposition, et aussitôt après la pose (une heure après, ou plus tard) reproduire par contact le négatif évanescent ainsi formé.

5. M. A.-A. Guntz propose de substituer au sulfure de zinc à phosphorescence verte, le sulfure de zinc à phosphorescence jaune orangée due à l'emploi comme phosphorogène d'une trace de manganèse au lieu de cuivre et qui jouit des propriétés suivantes :

1° Après l'insolation, il perd très rapidement une partie de son énergie lumineuse de phosphorescence mais, par contre, conserve l'autre partie pendant très longtemps (plusieurs jours) ;

2° Sous l'action de la lumière infra-rouge, l'énergie lumineuse de la phosphorescence accumulée réapparaît brillamment.

L'écran phosphorescent est d'abord insolé, puis reçoit, peu après, l'action de l'infra-rouge, dont la durée de pose peut être portée à plusieurs heures. Aux endroits exposés aux radiations infra-rouges, l'énergie lumineuse se dissipe et, la pose faite, l'écran est mis au contact d'une plaque orthochromatique sensible au jaune. Il faut maintenant que les parties non exposées aux rayonnements infra-rouges impressionnent la plaque photographique et que, pour cela, l'énergie lumineuse latente qui y est accumulée se dégage. On obtient ce résultat en soumettant tout l'écran à un éclairement infra-rouge. On place écran et plaque dans un châssis recouvert d'un verre transparent à l'infra-rouge et on expose quelques minutes à la lumière du soleil ou d'une forte lampe à incandescence.

La lumière infra-rouge agit sur les « noirs » de l'objet et les rend lumineux en jaune orangé, la plaque est donc impressionnée ; comme l'excès de lumière infra-rouge n'a pas d'action sur la plaque photographique orthochromatique, les « blancs » de l'objet restent blancs.

On obtient ainsi, comme par la méthode habituelle, le positif sur plaque du sujet photographié en lumière infra-rouge. A. Bc.

T. S. F.

Ondes ultra-courtes. — Jusqu'à présent, les ondes électromagnétiques très courtes ont été obtenues au moyen de la méthode ordinaire des oscillateurs hertziens ; pour les ondes les plus courtes, cette méthode présente des difficultés dues : 1° à l'action destructrice de la décharge sur l'oscillateur lui-même ; 2° à la chute de l'énergie émise quand la longueur d'onde décroît ; 3° au fait que cette longueur ne décroît pas proportionnellement à la longueur de l'oscillateur pour les plus petites ondes.

Malgré ces difficultés, Nichols et Tear avaient élargi le champ des longueurs d'ondes explorées de deux octaves environ et étaient parvenus jusqu'à 1mm,8. Cette avance avait été effectuée en prenant de très grands soins dans la construction de l'oscillateur qui consistait (fig. 109) en 2 cylindres de tungstène A et B (diamètre : 0mm,2 à 0mm,5 ; longueur 0mm,2 à 0mm,5) soudés dans du verre ; l'étincelle de l'oscillateur proprement dit était immergée dans un jet de paraffine. Les coupures auxiliaires *c* et *d* étaient refroidies par de l'air comprimé. Le système des

Digitized by Google

deux cylindres constituait un oscillateur de très petites self-induction et capacité.

Malgré ce progrès, il restait encore une coupure très large entre ces ondes et les ondes situées de l'autre côté obtenues par Rubens et Baeyer (1911). La méthode suivante donne un intervalle de longueurs d'ondes compris entre 40^{mm} et $0^{mm},082$: un mélange de limaille métallique (cuivre ou aluminium) et d'huile de machine contenue dans un vase est constamment agitée, de sorte que sa consistance soit uniforme. Une roue ou un cylindre R est actionné par un petit moteur; que le mélange précédent s'élève le long de la circonférence de la roue (fig. 110). Les extrémités L_1 et L_2 d'une bobine d'induction sont placées dans la couche du mélange qui se trouve à la périphérie et la décharge a lieu dans cette couche. Des ondes électromagnétiques sont émises dont la fréquence dépend beaucoup de la dimension de la limaille. On remarque l'analogie frappante qui existe entre cette méthode et la méthode de Nichols et Tear : on peut considérer en effet deux grains de limaille entre lesquels se produit une décharge comme un petit oscillateur ayant sa longueur d'onde propre. La longueur exacte de l'onde émise dépendra donc en grande partie de la grandeur et de la forme des grains de limaille et aussi de leur distribution qui est maintenue aussi constante que possible. De plus, puisqu'à chaque instant, un très grand nombre d'oscillateurs sont en action, l'émission sera plus puissante que dans le cas précédent. L'énergie maximum a d'ailleurs été émise dans la région des plus grandes ondes. P. A.

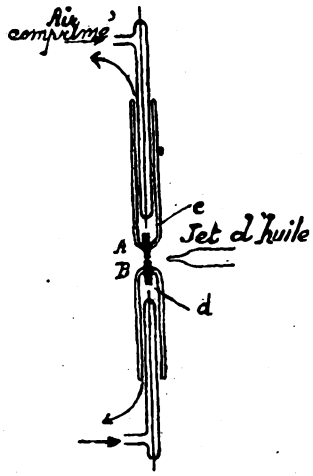


Fig 109.

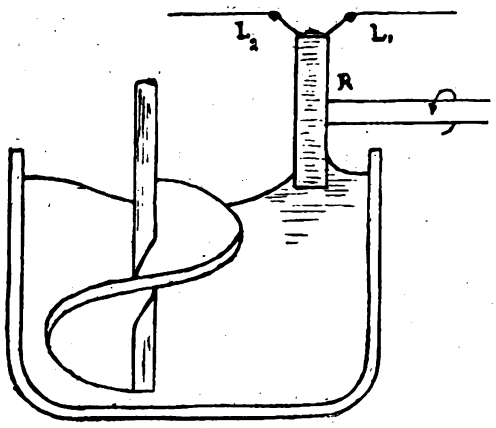


Fig 110.

Électricité

La décharge dans les tubes à vide. — Il y a plus d'un demi-siècle que, depuis les premiers travaux de Plucker et de Geissler, les physiciens se passionnent pour la décharge entre électrodes froides à basse pression, sans en avoir encore élucidé toutes les circonstances. Whiddington a repris récemment la question, dans trois conférences Tyndall, à la Royal Institution.

La décharge, on le sait, n'est pas uniforme dans un tube à vide. Nous décrirons pour mémoire les particularités qu'on relève de l'anode à la cathode pour une pression de l'ordre du millimètre de mercure.

Après une très mince couche de lumière sur l'anode, on trouve successivement la colonne positive, région brillante et parfois striée, puis l'espace sombre de Faraday, la lueur négative et l'espace sombre de Crookes. Sur la cathode elle-même, on aperçoit une lueur à laquelle on donne le nom de lueur cathodique ou de gaine.

Le développement relatif de ces diverses régions varie avec la nature du gaz, sa pression, les conditions électriques et les dimensions du tube. La décharge exige au départ quelques ions résiduels. Puis, sous l'impact des ions positifs venant de l'anode, la cathode émet des électrons qui, d'abord lents, acquièrent bientôt à travers le champ une vitesse suffisante pour l'ionisation par choc du gaz. La lueur négative s'établit d'autant plus étendue que la pression est plus basse.

Whiddington a fait des expériences sur la colonne positive, dont les stries s'observent surtout dans les gaz impurs. Il s'est placé dans le cas de l'argon, où les effets sont brillants. Opérant dans un tube de quartz, avec un régime de quelques ampères qui donne une belle luminosité, il a fait ses observations à l'aide d'un miroir en rotation rapide autour d'un axe parallèle à celui du tube, dispositif utilisé déjà en 1876 par Willner pour des études de ce genre. Dans ces conditions, on voit des éclairs, de vitesse uniforme, se mouvoir de l'anode à la cathode à des intervalles de temps égaux. L'aspect de l'enregistrement photographique est celui de lignes droites parallèles, équidistantes et inclinées. En chaque point du tube, on peut calculer la vitesse et la fréquence des éclairs, à partir de leur distance et de leur inclinaison. Les vitesses s'échelonnent de 10^4 à 10^6 cm. sec, tandis que celle des électrons serait de 10^9 cm. sec. A mesure qu'on abaisse la pression, les éclairs deviennent plus minces, plus rapprochés et plus rapides : leur vitesse est approximativement proportionnelle à l'inverse de la pression. Il arrive également que les bandes bifurquent, comme si certaines particules étaient deux fois moins rapides que les autres, ce qui se produirait si elles portaient double charge.

La vitesse est également fonction de l'intensité moyenne du courant, augmentant quelque peu aux grandes intensités. La fréquence, en beaucoup de cas, est approximativement proportionnelle à la vitesse.

Lorsqu'on analyse la luminosité au moyen d'un spectroscope à pouvoir séparateur élevé, on constate l'absence d'effet Doppler. L'examen du spectre, effectué perpendiculairement à l'axe du tube, ne révèle aucun changement sensible dans la longueur d'onde. Cette observation a son importance, car il y aurait certainement un effet

Digitized by Google

décelable si les sources d'émission se déplaçaient à la vitesse des éclairs.

Lorsque l'argon contient de l'hydrogène, deux systèmes d'éclairs apparaissent : les plus rapides passent à travers l'hydrogène, les plus lents à travers l'argon. Aux intensités élevées de courant, de l'ordre de 10 ampères, on ne retrouve plus les stries d'hydrogène qu'au voisinage de la cathode. En même temps, l'examen spectroscopique indique bien que le gaz se trouve balayé vers cette région. S. V.

Physique du Globe

Le Mascaret sur les côtes de France. — Le mascaret est la brusque élévation du niveau de la mer qui se produit à l'embouchure de certains fleuves au moment où la mer commence à remonter. On sait que le phénomène est dû à la superposition des intumescences ou ondes successives résultant de l'ascension de la marée à l'embouchure du fleuve. Ces ondes, se propageant avec des célérités croissantes, arrivent à se rejoindre et produisent, à leur réunion, une élévation subite du niveau de la mer.

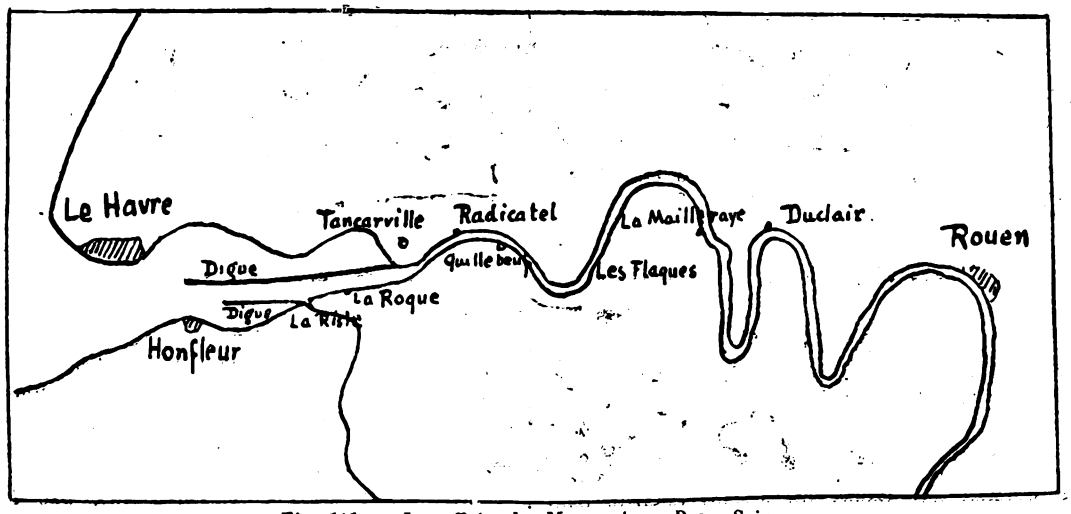


Fig. 111. — Les effets du Mascaret en Basse-Seine.

En France, on observe le mascaret à l'embouchure de plusieurs fleuves. Pour en atténuer les effets, il faut approfondir le chenal d'accès des eaux de la mer dans le fleuve.

Voici comment, d'après les *Instructions Nautiques*, le phénomène se manifeste en Seine lorsque la hauteur de la pleine mer dépasse 7 mètres au Havre.

Un observateur placé près du feu de la Risle quelques minutes avant une basse mer de vive eau, au moment où va se produire le mascaret, aperçoit devant lui tout l'estuaire de la Seine à peu près découvert. Le fleuve coule dans la direction de Honfleur sur une largeur de quelques centaines de mètres entre des bancs de sable vasard. Le jusant est encore fort à ce moment, mais sa vitesse, qui était de 2 à 3 nœuds, se modère tout à coup, en même temps qu'au loin, sur le contour des bancs, se distingue un peu de ressac dont on perçoit le bruissement. Les eaux semblent envahir très rapidement les espaces découverts, et une houle irrégulière remonte le chenal, fait incliner successivement toutes les bouées et marque un sillage de courant vers l'amont.

C'est le flot qui arrive; il pénètre rapidement dans la partie endiguée, sa triple ou quadruple ondulation est aussitôt plus dessinée, le niveau s'élève à vue d'œil et la digue basse du nord se frange d'écume. Un moment après, à son passage à la Roque, puis à Radicatel, les lames déferlent, surtout au rivage de la rive droite, tandis que sur la rive gauche, l'agitation est bien atténuée. On y voit des barques de rivière de Tancarville et de Quillebeuf attendre à l'aviron et remonter ensuite avec le flot, tandis qu'elles auraient été submergées sur l'autre rive.

A Quillebeuf, la dénivellation produite par le mascaret peut être de 2 m. 50 entre le niveau de la basse mer et celui du flot qui accourt torrentiellement, en sorte qu'un canot attardé verrait se dresser devant lui une muraille liquide capable de l'engloutir, et s'avançant en forme de croissant concave vers l'amont, ses deux pointes ravageant les deux rives. On voit arriver ainsi trois ou quatre lames, puis viennent les *ételles* ou *éteules*, lames sourdes très dangereuses, qui atteignent 1 m. 50 à 2 mètres de hauteur, et s'affaissent lourdement à peine formées. La tourmente passée, le fleuve semble couler à pleins bords, le courant continue à augmenter de violence jusqu'à 7 et 8 nœuds. Ces divers phénomènes n'ont pas duré plus d'un quart d'heure.

La lame est encore plus haute et plus furieuse sur le seuil de Saint-Léonard, et il serait imprudent de s'y laisser surprendre avec un petit navire. Elle s'apaise très notablement au mouillage de la Corvette. Le mascaret franchit ensuite le haut des Flaques avec la même violence qu'à Saint-Léonard, et se calme dans les eaux profondes du mouillage de la Courbe.

Mais un peu plus loin, sur la Traverse, le fleuve brise de nouveau d'une rive à l'autre, et le tumulte qui se produit s'entend de fort loin. A La Mailleraye, le mascaret commence à perdre beaucoup de sa force et l'on peut considérer la Piette comme sa limite amont, car au delà il ne se produit plus qu'une ondulation plus ou moins haute suivant la profondeur. A Duclair, les bâtiments peuvent rester généralement accostés à l'appontement et enfin, à Rouen, l'arrivée du flot ne se manifeste que par un balancement des bâtiments amarrés le long des quais.

Le phénomène du mascaret se produit avec une certaine intensité dans la rivière de l'Arguenon, entre le Guildo et Plancoët. Dans les grandes marées, la lame ou le flot (c'est ainsi qu'on désigne dans le pays la première lame de marée montante) acquiert dans la partie étroite du chenal une hauteur de près d'un mètre.

Digitized by Google

En Dordogne, dans les fortes marées de syzygie, et surtout après une longue période de sécheresse, alors que le débit fluvial est faible, le mascaret se fait sentir jusqu'à Libourne, atteignant en quelques points, tels que Saint-Pardon, une hauteur de 1 m., qui peut occasionner de sérieuses avaries aux navires accostés le long des quais.

En Garonne, le mascaret peut remonter plus haut que Bordeaux : C'est ainsi qu'en 1881 le ressaut ne s'est éteint qu'à 35 kilomètres en amont de Bordeaux. Depuis quelques années, le mascaret se fit de moins en moins sentir en aval de Bordeaux et à Bordeaux même, par suite de l'approfondissement du fleuve. Il se manifeste simplement par une grosse houle et par de violents courants.

J. R.

Statistique

La sériciculture en France en 1925. — D'après l'enquête publiée par le Ministère de l'agriculture, il y a eu en France, en 1925, 75.792 éleveurs de vers à soie contre 75.168 en 1924, 60.755 en 1923, 48.052 en 1922, 48.924 en 1921 et 90.517 en 1913. Les départements où l'on se livre le plus volontiers à l'élevage des vers à soie sont :

Gard	23.726 éleveurs
Ardèche	14.932
Drôme	14.771
Vaucluse	8.202
Var	5.052
Isère	2.244
Basses-Alpes	2.235
Lozère	1.413
Bouches-du-Rhône	1.128

Des vers à soie sont produits aussi dans les départements suivants, dans l'ordre d'importance : Hérault, Corse, Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes, Pyrénées-Orientales, Savoie, Ain, Loire, Tarn, Aveyron, Rhône.

La production totale en cocons frais a été 3.368.201 kilogrammes contre 4.224.255 en 1924, 3.355.126 en 1923, 2.584.546 en 1922, 2.557.593 en 1921, 4.423.046 en 1913.

Le rendement moyen en cocons frais des 25 grammes de graines a été 42 k., 23 contre 50,22 en 1924; 47,03 en 1923; 45,94 en 1922; 46,61 en 1921; 34,91 en 1923.

Le prix des cocons a été 18 fr. 93 contre 17 fr. 96 en 1924; 19,55 en 1923; 14,41 en 1922; 7,90 en 1921; 3,53 en 1920.

La valeur totale de la produciton a été :

1925	63.684.320	francs
1924	75.989 —	—
1923	65.538 —	—
1922	37.131 —	—
1921	20.811 —	—
1913	15.655	

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Fonte à faible teneur en carbone produite au cubilot. — Jamais on n'a fait autant d'efforts que ces dernières années pour améliorer la fonte. Et ce qu'il y a de remarquable, c'est que dans cette période de progrès, on constate que les nombreux travaux parus dans les revues techniques ont amené un certain désarroi dans les fonderies. Cela est d'autant plus singulier qu'il s'agit ici de questions dont la dépendance technique et la solution pratique sont connues depuis au moins 30 ans de tout fondeur. Ceux qui coulent des cylindres savent que c'est en donnant une texture perlitique à la fonte qu'on lui attribue la plus grande résistance. Ils savent également qu'on obtient à coup sûr cette texture perlitique par un mélange convenable. Il y a aussi d'autres procédés pour produire la texture perlitique avec des fontes même peu convenables, tels que le traitement thermique des moules et des pièces coulées. Il n'y a pas de doute, cependant, que ce soit le mélange convenable des fontes qui donne le résultat le plus économique.

On sait aussi que l'on peut obtenir encore une plus grande résistance en donnant à la fonte une teneur en carbone convenable.

Si déjà pour une teneur d'environ 3,2 % en carbone, on a une résistance et une finesse de structure excellentes, ces qualités augmentent encore quand la teneur en carbone varie de 2,5 à 2,8 %. Avec la diminution de la teneur totale en carbone, la teneur du graphite réduisant la continuité de la texture diminue également et dans une telle fonte avec environ 2,7 % de carbone total, à côté d'environ 0,9 % C. C. (perlite) il ne peut plus y avoir que 1,8 % de graphite, contre une teneur d'environ 2,5 % dans les fontes à teneur en carbone normale. La répartition très fine du graphite pour une teneur en C. inférieure à 3 % procure également des résultats aussi avantageux.

On n'est jusque maintenant arrivé à produire de telles fontes, se prêtant également à la fabrication courante de pièces de fonte de toutes sortes, qu'au four à réverbère, ou au four électrique, tandis qu'au cubilot, on ne les obtenait que par accroc.

Le procédé Thyssen Emel est arrivé à produire au cubilot, sûrement et économiquement, une foule contenant moins de 3 % de carbone total et donnant une résistance de 29 à 33 k^{os}. Il s'agit ici d'un procédé employant au cubilot des dispositions qui renversent absolument les habitudes suivies jusque maintenant. Jusque maintenant en effet on dosait la quantité de coke en premier lieu d'après le point de fusion de la charge et le degré de fluidité du métal fondu. En chargeant, par exemple, de l'hématite, de la fonte pauvre en carbone ou riche en phosphore, on mettait suffisamment de coke pour être sûr d'avoir une fonte chaude. On visait à l'allure chaude du cubilot même aux dépens d'une plus forte consommation de coke, correspondant à une carburation plus élevée de la fonte. Dans ces conditions, il n'est pas possible d'arriver régulièrement à une teneur en coke inférieure à 3 % dans la fonte coulée.

D'après ce procédé, le coke doit non seulement produire l'allure chaude, il doit aussi, ce qui est plus difficile, assurer l'obtention dans les pièces fatiguées d'une certaine teneur en carbone assez faible. Il faut ici rappeler, ce qu'on néglige parfois, qu'il n'est possible d'obtenir au cubilot la surchauffe que d'une façon très limitée et que d'autre part elle ne dépend pas seulement de l'augmentation du coke, car autrement, on ne pourrait avec 8 ou 10 % de coke, obtenir une fonte aussi chaude qu'avec 12 ou 15 %.

Eu égard à cette faible teneur en carbone, il faut naturellement élever la teneur en silicium d'une façon correspondante pour permettre une précipitation suffisante de graphite.

Digitized by Google

La teneur en silicium varie ainsi entre 2 et 2,7 %. La teneur en phosphore de 0,1 à 0,2 % se rapproche ainsi beaucoup de celle de l'hématite. On obtient le maximum de résistance de la fonte quand le carbone et le silicium ne dépassent pas individuellement 2,5 % environ.

Ce qui frappe surtout dans cette fonte et qui provient de la faible teneur en carbone total et à répartition du graphite précipité souvent à l'état eutectique, c'est la régularité de la cassure aussi bien au centre qu'au bord de la pièce. Un bloc de fonte de 100 mm. d'épaisseur donna une résistance de 25 k^{os} donc bien autant que la meilleure fonte de cylindre.

Ce qu'il y a aussi de remarquable, c'est que cette fonte pauvre en carbone, présente la même cassure dans des pièces d'épaisseur variant de 6 à 75 mm. Cette fonte présente une texture perlitique bien caractérisée, sans ferrite dans les parties épaisses, ni cémentite dans les parties minces.

On se rapprocherait donc beaucoup d'une fonte bien uniforme, c'est-à-dire d'une fonte dont les emplois varient énormément en ce qui concerne l'épaisseur et la vitesse de refroidissement. Cela correspond parfaitement à ce que Maurer prétendait pouvoir obtenir, c'est-à-dire produire une fonte présentant indépendamment des conditions de refroidissement une texture perlitique dans sa masse et possédant une résistance élevée.

Cette fonte pauvre en carbone convient particulièrement pour la fabrication des pièces devant résister à une pression élevée. Ainsi des boîtes de réchauffeur ont résisté à l'essai hydraulique à la pression de 200 atm. sans que des parois ne mesurant pas plus de 165 mm. d'épaisseur aient cédé ou que l'eau sous pression ait suinté, ce qui est certainement un fait rare. Cette fonte se prête admirablement à la fabrication des segments de piston car la faible teneur en carbone en diminue l'usure et elle possède une force élastique parfaite pour les segments.

En mélange fait pour donner de la fonte blanche, cette fonte convient particulièrement pour la fabrication de la fonte malléable. Car d'abord en tenant compte de la faible teneur en carbone des matières premières, on peut obtenir une teneur en silicium plus élevée, cette teneur en silicium favorise la précipitation du carbone et diminue la durée de la transformation en fonte malléable, cette transformation est aussi facilitée par la faible teneur en carbone des fontes employées.

Les frais élevés de la fabrication de la fonte malléable poussèrent à la recherche d'une fonte qui avec une durée réduite du recuit et sans aucune addition présentât une résistance de 30 à 35 kilos par mm^2 avec un allongement de 3 %. On y est arrivé, dans le premier essai, en effet, après 13 heures de recuit à 850°, on a obtenu une résistance de 34,6 kilos par mm^2 avec un allongement de 2,5 %. Un second essai donna pour une autre composition, au bout de 20 heures de recuit à 850° c. une résistance de 56 kilos et 1,7 % d'allongement. Ces chiffres sont certainement appelés à simplifier le procédé de fabrication de la fonte malléable. (*Stahl und Eisen*, 27-8-25.) E. PONCELET.

Culture coloniale

Culture du coton à Madagascar. — Parmi les grandes questions qui intéressent les agronomes et les économistes coloniaux, celle du coton est une des dominantes. On sait que sa culture s'étend dans un grand nombre de colonies. Dans l'Afrique du Nord elle semble prendre un sérieux développement. A Madagascar elle n'a encore fait l'objet que d'essais disséminés ou sans suite, mais une mission confiée par l'Association cotonnière Coloniale à M. V. Cayla vient de nous apporter d'importantes précisions sur les possibilités cotonnières de la Grande Ile.

M. Cayla a visité les régions de l'île où des essais de coton ont été ou peuvent être tentés, il a reconnu que d'assez nombreuses situations conviennent au coton soit d'après le climat et le terrain, soit d'après les moyens en main-d'œuvre et voies de communication. Sur une carte qui accompagne son rapport si documenté, les vallées des fleuves côtiers de l'Ouest, une grande région en pays Betsileo (haut bassin du Mangoby), une étendue au sud-ouest du lac Alaotra, sont hachurées comme convenant à la culture du cotonnier.

Il existe des variétés de cotonnier indigènes ou subspontanées, quelques-unes à retenir. La variété Mombassa est indiquée comme une de celles qui peuvent servir de point de départ à un perfectionnement du cotonnier de Madagascar.

Mais la question des détails de la culture n'est pas encore au point. Quand semer ? on ne sait encore rien de positif. Quel assolement choisir ? M. Cayla donne sur ces points des suggestions mais il insiste sur l'ugence qu'il y a à instituer une expérimentation étendue, précise sur le cotonnier à Madagascar. Cette expérimentation ne peut être confiée à des services administratifs surchargés de besogne, elle ne peut pas être confiée à des colons absorbés par les exigences de leur entreprise, encore moins à des indigènes et c'est ce qui a eu lieu malheureusement. Aussi reste-t-il à reprendre toute la question au point de vue cultural, mais le résultat des essais ne sera pas douteux, il ne peut être question de mettre en cause la possibilité du coton à Madagascar. Dès que les procédés de culture seront fixés, la Grande Ile deviendra grande productrice de coton et M. Cayla compte voir cette colonie donner plus du dixième de la consommation de notre industrie cotonnière métropolitaine. L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Les Commissions chargées de juger les concours pour les prix à décerner en 1926 sont ainsi composées :

MATHÉMATIQUES : *Prix Bordin, Poncelet, Francœur.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue.

MÉCANIQUE : *Prix Montyon, Fourneyron, de Parville, fondation Bazin.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager.

ASTRONOMIE : *Prix Lalande, Damoiseau, Valz, Janssen, Guzman, La Caille, fondation Antoinette Janssen.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Andoyer.

GÉOGRAPHIE : *Prix Delalande-Guérineau, Gay, fondation Tchihatchef, prix Binoux.* — MM. Guignard, Douvillé, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier.

NAVIGATION : *Prix de six mille francs, Plumey.* — Boussinesq, Emile Picard, Sebert, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Rateau, Mesnager, Laubeuf, Ferrié, Fichot, Perrier.

Digitized by Google

PHYSIQUE : *Prix La Caze, Hébert, Hughes, fondation Clément Félix.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Villard, Branly, Berthelot, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton.

CHIMIE : *Prix Montyon des arts insalubres, Jecker, La Caze, fondation Cahours, prix Houzeau.* — MM. Schlœsing, Le Chatelier, Moureu, Lindet, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE : *Prix Fontanes.* — MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, De Launay, Depéret, Haug, Joubin.

PHYSIQUE DU GLOBE : *Prix Raulin.* — MM. Deslandres, A. Lacroix, Bigourdan, Hamy, Lallemand, Puiseux, Bourgeois.

BOTANIQUE : *Prix Desmazières, Montagne, de Coincy.* — MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Henneguy, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Molliard.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE : *Prix Cuvier, fondation Savigny, prix Thore.* — MM. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Henneguy, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier.

MÉDECINE ET CHIRURGIE : *Prix Montyon, Barbier, Bréand, Godard, Mège, Bellion, Larrey, Charles Mayer.* — MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Branly, Richet, Quénu, Widal, Bary, Mesnil, Vincent.

PHYSIOLOGIE : *Prix Montyon, La Caze, Pourat, Martin-Damourette, Philippeaux, Emden.* — MM. d'Arsonval, Roux, Henneguy, Mangin, Richet, Quénu, Widal.

FONDS CHARLES BOUCHARD : MM. d'Arsonval, Guignard, Roux, Henneguy, Mangin, Branly, Richet, Quénu, Widal, Bazy, Mesnil, Vincent.

STATISTIQUE : *Prix Montyon.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Lecornu, Lecomte, Borel, d'Ocagne.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES : *Prix Binoux.* — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Bouvier, Bigourdan, de Launay, Berthelot.

OUVRAGES DE SCIENCE : *Prix Henry de Parville.* — MM. Emile Picard, Appell, A. Lacroix, Barrois, Lallemand, Moureu, Janet.

Médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, Poincaré. — MM. Emile Picard, A. Lacroix, Barrois, Lallemand.

Prix Gustave Roux, Thorlet; fondations Lannelongue, Trémont, Gegner, Hirn, Becquerel. — MM. Emile Picard, Appell, Guignard, A. Lacroix, Barrois, Lallemand.

Prix fondé par l'Etat : Grand Prix des Sciences mathématiques. — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat.

Prix Bordin. — MM. Guignard, Roux, Bouvier, Schlœsing, A. Lacroix, Douvillé, Joubin.

Prix Lallemand. — MM. d'Arsonval, Bouvier, Henneguy, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil.

Prix Serres. — MM. d'Arsonval, Guignard, Bouvier, Henneguy, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil, Gravier.

Prix Vaillant. — MM. Guignard, Bouvier, A. Lacroix, Le Chatelier, Termier, Moureu, Joubin.

Prix Jean Reynaud. — MM. Emile Picard, d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Lindet, Breton, Molliard.

Prix du baron de Joest. — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Vieille, Borel, Lecornu, d'Ocagne.

Prix Houllevigue. — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Lecornu, Brillouin.

Prix Saintour. — MM. Guignard, Roux, Bouvier, A. Lacroix, Termier, Marchal, Mesnil.

Prix Jules Mahyer. — MM. Emile Picard, Appell, Deslandres, Lecornu, Kœnigs, Goursat, Lebesgue.

Prix Lonchampt. — MM. Guignard, Roux, A. Lacroix, Mangin, Richet, Leclainche, Bertrand.

Prix Wilde. — MM. Boussinesq, Emile Picard, Guignard, A. Lacroix, Bigourdan, Kœnigs, Borel.

Prix Caméré. — MM. Vieille, Le Chatelier, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager, d'Ocagne.

Fondation Jérôme Ponti. — MM. Boussinesq, Emile Picard, Appell, Bigourdan, Villard, Lecornu, Kœnigs.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 9 mars, MM. Carracido, recteur de l'Académie de Madrid, et Greenish, de Londres, ont été élus membres correspondants étrangers dans la section de Pharmacie.

Dans la séance du 16 mars, M. Georges Dumas a été élu membre libre en remplacement de M. Desnos, décédé.

— L'Académie sera représentée par MM. Moureu et Fourneau, au Congrès de Chimie pure et appliquée qui se tiendra à Palerme, en 1926.

Académie d'Agriculture. — Dans la séance du 3 mars, M. Pierre Caziot a été élu membre dans la section d'Economie, Statistique et Législation.

Observatoire de Meudon. — Ont été nommés, pour trois ans, membres du Conseil de l'Observatoire d'astronomie physique de Meudon, MM. Lallemand, Daniel Berthelot, le général Bourgeois, Painlevé, membres de l'Académie des Sciences;

Le chef d'escadron Bloch, de l'état-major de l'armée, représentant le département de la Guerre;

Fichot, membre de l'Institut, chef du service hydrographique de la Marine, membre du bureau des longitudes, représentant le département de la Marine;

Carrier, directeur général des eaux et forêts, représentant le département de l'Agriculture;

Koenigs, membre de l'Institut, professeur de mécanique au Conservatoire national des Arts et Métiers, représentant le département du Commerce et de l'Industrie;

Emile Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, représentant le département de l'Instruction publique;

Coville, conseiller d'Etat, directeur de l'enseignement supérieur, représentant le même département;

Deslandres, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire d'astronomie physique de Meudon.

Comité consultatif des Mines. — M. Leloutre, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, a été nommé membre du Comité, jusqu'au 1er octobre 1927, en remplacement de M. Viennot, admis à la retraite. (*J. O.*)

Conseil supérieur des recherches scientifiques agronomiques. — Sont nommés membres du Conseil supérieur :

MM. Carrère, sénateur; Capus et de Monicault, députés;

André Leclainche, Lindet, le Dr Roux, Schlœsing, Viala, désignés par l'Académie des Sciences;

R. Berge, Bouvier, Cayeux, Ch. Girard, Mangin, Ringelmann, désignés par l'Académie d'Agriculture;

V. Boret, J. Gautier, Ricard, représentant les associations agricoles;

G. Bertrand, Hitier, Marchal, Schribaux, Vallée, Wéry, Maret, représentant le département des Finances;

Le Directeur général des Eaux et Forêts;

Le Directeur de l'Agriculture;

Le Directeur des Haras.

Convergne et Rabate, Inspecteurs généraux de l'Agriculture.

Institut des Recherches agronomiques. — Sont nommés membres du Conseil d'administration, MM.

Carrère, sénateur; Capus et de Monicault, députés;

Le Dr Roux, Directeur de l'Institut Pasteur;

Mangin, membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle;

Hitier, membre de l'Institut;

Wéry, Directeur de l'Institut national agronomique;

Digitized by Google

V. Boret, député, Président de la Société d'encouragement à l'agriculture ;

Maret, Inspecteur général des Finances ;

E. Roux, Conseiller d'Etat, Directeur des services sanitaires et scientifiques et de la repression des fraudes au Ministère de l'Agriculture.

Le Bureau du Conseil d'administration de l'Institut des Recherches agronomiques et du Conseil supérieur des Recherches scientifiques agronomiques, pour l'année 1926, est ainsi composé : MM. V. Boret, président ; Carrère et le Dr Roux, vice-présidents ; le chef de bureau du service administratif de l'Institut des recherches agronomiques remplira les fonctions de secrétaire du Conseil.

M. H. Latière, Directeur de la Station des épyphities, remplira les fonctions de secrétaire du Conseil supérieur des recherches scientifiques agronomiques.

Station de microbiologie agricole de Paris. — Un concours sur titres pour la nomination du Directeur sera ouvert à Paris, le 14 avril 1926. Les candidats devront adresser leur demande, accompagnée des pièces exigées, au Ministère de l'Agriculture (Institut des recherches agronomiques, 42 *bis*, rue de Bourgogne, à Paris) le 8 avril au plus tard.

Ve Congrès international de la Route. — Le Ve Congrès s'ouvrira, sur l'invitation du gouvernement italien, à Milan, le 6 septembre prochain et se terminera à Rome le 13 septembre. Une excursion par Gênes, Venise et Rome, est envisagée, après le séjour à Milan.

En même temps que le Congrès, dans la période du 1er au 20 septembre, ainsi que cela a été fait déjà lors des Congrès de Paris, Bruxelles et Londres, une Exposition Internationale de la Route aura lieu à Milan.

Pour tous renseignements s'adresser : 1° en ce qui concerne le Congrès, au Secrétariat général de l'Association internationale permanente des Congrès de la Route, 1, avenue d'Iéna, à Paris ; 2° en ce qui concerne l'Exposition, à M. V. Bourgeois, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 1, rue Fabert, à Paris. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Ecole normale supérieure.* — Les épreuves écrites du concours de 1926 pour l'admission à l'Ecole normale supérieure et l'obtention des bourses de licence auront lieu aux dates ci-après :

Jeudi 3 *juin*, de 8 à 14 heures. — Groupe 1 : Mathématiques. Groupe 2 : Physique.

Vendredi 4 *juin*, de 8 à 14 heures. — Groupe 1 : Physique. De 8 à 12 heures. — Groupe 2 : Chimie.

Samedi 5 juin, de 8 à 11 heures. — Groupes 1 et 2 : Composition française. De 14 à 16 heures. — Groupes 1 et 2 : Versions.

Lundi 7 *juin*, de 8 à 12 heures. — Groupes 1 et 2 : Mathématiques.

Mardi 8 *juin*, de 8 à 12 heures. — Groupe 2 : Sciences naturelles.

Les épreuves écrites seront subies au chef-lieu des Académies où les candidats se seront fait inscrire, sauf en ce qui concerne les candidats de la Régence de Tunis, autorisés à composer à Tunis.

La liste des candidats de la section des sciences admissibles aux épreuves orales sera affichée à l'école normale supérieure le mercredi 30 juin 1926, à dix-sept heures.

Les examens oraux commenceront à l'école normale supérieure le jeudi 1er juillet 1926, à sept heures, pour les candidats de l'académie de Paris, et le lundi 5 juillet 1926, à sept heures, pour ceux des départements.

L'épreuve pratique de mathématiques du groupe 1 aura lieu le dimanche 11 juillet 1926, de sept heures à onze heures, à la Sorbonne (salle Y).

Soutenance de Thèse. — Le 22 mars, M. Charvoz a soutenu une thèse pour le doctorat ès sciences d'Université, sous le titre : « Recherches biologiques et expérimentales sur les fonctions sensorielles et psychiques des téléostéens ».

Facultés de médecine. — Les candidats au doctorat en médecine qui, sous le régime des études médicales institué par les décrets des 29 novembre 1911 et 29 juillet 1912 auront subi avec succès : 1° en 3e année, les épreuves de médecine opératoire et d'anatomie topographique et les épreuves d'obstétrique ; 2° en 4e année, les épreuves de pharmacologie, ne seront pas astreints à subir de nouveau ces épreuves aux examens de 4e année et de 5e année du nouveau régime institué par le décret du 10 septembre 1924. (*J. O.*)

École Polytechnique. — Sont nommés examinateurs suppléants d'admission pour le concours de 1926 :

Mathématiques. — M. L. Pomey, ingénieur en chef des Manufactures de l'Etat, et M. P. E. Gau, doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble.

Physique. — M. A. Pérard, adjoint au directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

Chimie. — M. Guichard, professeur à la Sorbonne.

Langues vivantes (allemand et anglais). — M. Mathis, ancien maître de conférences d'allemand à l'Ecole Polytechnique.

École nationale des Mines. — Le diplôme d'ingénieur civil des mines a été accordé à 18 élèves sortant de l'Ecole nationale des Mines, anciens élèves de l'Ecole Polytechnique.

Institut national agronomique. — Les épreuves écrites du concours d'admission à l'institut national agronomique auront lieu les lundi 31 mai, mardi 1er juin et mercredi 2 juin 1926.

Elles seront subies, au choix des candidats, soit à Paris, au manège Guindey, 2, avenue Lowendal, soit en province, dans les hôtels de préfecture d'Alger, Bordeaux, Lyon, Nancy, Nantes, Toulouse.

Le registre d'inscription sera ouvert le 15 avril et clos le 10 mai, dernier délai.

Les demandes des candidats, accompagnées du dossier réglementaire, devront être adressées à M. le directeur de l'Institut national agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

Préalablement à l'envoi de ce dossier, les candidats devront acquitter le droit d'inscription.

Écoles nationales d'agriculture. — Les épreuves écrites du concours d'admission aux écoles nationales d'agriculture, en 1926, auront lieu les jeudi 17, vendredi 18 et samedi 19 juin.

Elles seront subies, au choix des candidats : soit à Paris, au manège Guindey, 2, avenue Lowendal, soit en province, dans les hôtels de préfecture d'Alger, Bordeaux, Lyon, Nancy, Nantes et Toulouse.

Le registre d'inscription sera ouvert le 1er mai et clos le 25 mai 1926, dernier délai.

Les demandes des candidats accompagnées du dossier réglementaire devront être adressées à M. le directeur de l'Institut national agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

Préalablement à l'envoi de ce dossier, les candidats devront acquitter le droit d'inscription.

Université de Lille. — Une chaire de médecine légale et médecine sociale (fondation de l'Université) est créée à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.

Université de Dijon. — La chaire de Géologie et Minéralogie de la Faculté des Sciences est déclarée vacante.

Un délai de vingt jours à dater du 8 mars est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

Digitized by Google

Université de Montpellier. — La Faculté de Médecine célébrera, au début de novembre, le centenaire de la fondation de ses cliniques médicales. L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er mars 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur le domaine d'existence d'une fonction implicite définie par une relation entière G $(x, y) = 0$.**

— *H. Krebs* (prés. par M. Émile Goursat). — **Sur une représentation géométrique de quelques transformations d'équations aux dérivées partielles.**

— *H. Milloux* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur une propriété des fonctions mésomorphes à valeur asymptotique.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Kovanko* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les conditions nécessaires et suffisantes de l'intégration des suites de fonctions sommables terme à terme.**

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Edgar-B. Schieldrop* (transm. par M. Paul Appell). — **La déviation non holonome.**

— *R. Dugas* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur l'interprétation géométrique de la méthode de Jacobi dans le cas d'un point de masse variable.**

MÉCANIQUE. — *Louis Leroy* (prés. par M. L. Lecornu). — **La propagation des ondes sur la ligne élastique à six paramètres.**

HYDRODYNAMIQUE. — *E.-J. Barrillon* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur un appareil mécanique servant au tracé de champs hydrodynamiques.**

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *Marcel Jacob* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'utilisation des mesures de polarisation rotatoire magnétique dans l'analyse des mélanges.**

On place l'un au bout de l'autre, dans la bobine, le tube contenant le liquide étudié et un compensateur réglable chargé de réaliser une rotation juste égale et de sens opposé. La graduation du compensateur fournit la mesure. Le compensateur est constitué par une gouttière contenant le liquide type, dans laquelle une lame demi-onde pour la radiation utilisée, perpendiculaire à l'axe de la gouttière, se déplace à volonté le long de cet axe sans altération de son orientation. Lorsque l'on met le liquide de référence dans le compensateur, celui-ci réalise une rotation algébriquement égale à la différence entre les rotations produites par la portion après la lame demi-onde et la portion avant la lame demi-onde. Avec des dimensions et un liquide de référence convenablement choisis on peut compenser la rotation produite dans le premier tube par le liquide étudié.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *A. Dauvillier* (prés. par M. de Broglie). — **Recherches sur la décharge électrique dans les gaz et les rayonnements qui l'accompagnent.**

Étudiant les effets de pression, l'auteur a fait porter ses expériences sur les gaz : He, Ne et A sous des pressions variant de 0,1 à 3 mm. La radiation ionisante propre de la décharge étant de l'ordre de celle du tube à rayons X, on a mesuré la première seule, puis la somme des deux. La différence était comparée à l'intensité des rayons X seuls. L'effet de pression s'est montré faible par suite du voile causé par la présence d'un grand nombre d'atomes neutres. Aucune dépression n'a pu être décelée.

Relativement aux rayonnements de la décharge, les rayonnements émis par la lumière négative dépendent, à voltage constant, de la pression. Le rayonnement de l'espace de Crookes, très mou devant la cathode, devient de plus en plus pénétrant et intense lorsqu'on se rapproche du bord de la lumière négative où il croît brusquement d'une manière discontinue.

L'auteur a recherché quelle était la nature des rayons X mous. Il a trouvé qu'ils étaient presque exclusivement constitués de radiations caractéristiques et dépendaient beaucoup de la nature de l'anticathode.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Aubert* et *E. Aubrée* (prés. par M. Moureu). — **Sur une extension de la méthode des températures critiques de solubilité pour l'analyse des essences de pétrole.**

Les auteurs ont cherché à perfectionner la méthode de Simon et Chavanne pour l'analyse des essences de pétrole. Ils ont étudié un procédé consistant à mesurer les T. C. S. dans deux solvants différents. Ils ont reconnu la possibilité d'appliquer cette méthode à des analyses d'essence réalisées sur fractionnement initial identique à celui de Simon et Chavanne, mais sans opération de nitration et sans deuxième fractionnement. D'où simplification, économie de temps et facilité de pouvoir opérer sur de petites quantités.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Job* et *A. Samuel* (prés. par M. Georges Urbain). — **Complexes d'oxydation des nickelocyanures en présence d'hydroxylamine.**

Les auteurs ont décrit antérieurement un complexe violet dont ils n'avaient pu établir la formule, ne pouvant le séparer de sa solution. Reprenant l'étude de ce complexe, ils ont obtenu, en le traitant par le chlorure mercurique, un composé bleu intense jouissant de propriétés particulières ; ils ont pu en déterminer la formule :

Complexe bleu :

$$(CN)^2\ (OH)\ Ni_{III}\ NH^2\ OH\ Ni_{III}\ (OH)\ (CN)^2.$$

Anion complexe violet :

$$[(CN)^3\ (OH)\ Ni_{III}\ NH^2\ OH\ Ni_{III}\ (OH)\ (CN)^3].$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault* (prés. par M. Moureu). — **Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone.**

L'auteur a obtenu deux lactones isomères, en partant de l'acide amidé, l'une fondant à 120°, l'autre à 82°. Il a décrit la première dans une Note précédente (*C. R.*, 182, 1926, p. 136).

La lactone fondant à 82° s'obtient en employant plus d'acide acétique et moins d'acide chlorhydrique que dans la préparation de la lactone fondant à 180°. Elle est insoluble dans l'eau, ainsi que dans l'éther de pétrole ; soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène et le chloroforme. Elle a pour composition $C^{10}\ H^{18}\ O^3$.

— *P. Billon* (prés. par M. Moureu). — **Combinaison des oximes avec le chlorure de zinc.**

En faisant agir sans solvant le chlorozincate d'hydroxylamine sur une cétone, on obtient un composé cristallisé différent de l'oxime. Les composés ont un point de fusion net et recristallisent par refroidissement. Ils sont solubles dans la plupart des solvants, très peu solubles dans la ligroïne ce qui permet de les séparer de l'oxime qui n'a pas réagi. Au contact de l'eau ils se décomposent en donnant de l'oxime et du chlorure de zinc. L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Georges Mouret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur le bassin houiller de la Haute-Dordogne.**

Le bassin, objet de la présente Note, fait partie du long chenal houiller qui traverse le Massif Central entre Noyant et Decazeville. L'auteur désigne sous le nom de bassin de la Haute-Dordogne, la partie comprise entre la Clidane et Madic, au sud-ouest de Bort. De 30 kilomètres de longueur, il se présente sous la forme d'une bande de sédiments (schistes,

Digitized by Google

grès, poudingues et conglomérats) orientée N 15° à 16° O, de largeur variant de 500 mètres à 1.200 mètres.

BOTANIQUE. — *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Variations du seuil de condensation amylogène dans diverses cellules de la plante.**

Les cellules stomatiques peuvent être considérées comme pourvues d'un seuil de condensation bien moins élevé que celui des cellules voisines de la feuille et de la tige, ce qui explique leur nature amylifère spéciale. Le caractère amylifère spécial des cellules de la coiffe est en relation avec le niveau plus bas de leur seuil de condensation. Les cellules des tissus lacuneux et du parenchyme des nervures possèdent un seuil de condensation moins élevé que celui des assises palissadiques.

Dans tous les cas étudiés, le caractère amylifère spécial des cellules est en relation avec un niveau moins élevé du seuil de condensation.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Antonin Nemec* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Sur l'humification de la couverture morte des sols forestiers.**

La proportion des matières humifiées contenues dans le total des substances organiques monte avec l'acidité décroissante du milieu. L'humus fortement acide sous peuplements de Conifères, pauvres en matières humifiées, ne produit guère l'azote nitrique.

L'humus des peuplements feuillus se montre, dans l'ensemble, plutôt moins acide, plus humifié et particulièrement propre à la nitrification. L'humus acide de Conifères, exposé après déboisement à l'action directe des rayons solaires, est rendu plus facilement soluble que celui qui se trouve sous l'ombre des couronnes des arbres.

HÉMATOLOGIE. — *L.-M. Bétancès* (près. par M. F. Henneguy). — **Les formations lymphoïdes diffuses des Vertébrés.**

L'auteur montre dans cette Note qu'il est très hasardeux de tirer des conclusions biologiques d'après les résultats expérimentaux obtenus sur la structure des formations lymphoïdes des Vertébrés. Ces organes n'ont pas toujours la même constitution histologique, à l'encontre d'autres organes tels que le rein, le pancréas, le foie, etc. Ils varient constamment en dehors de toute cause étrangère ou expérimentale. En général, le stroma connectif adventiciel des vaisseaux est toujours un tissu lymphocytopoiétique latent. Tantôt il est prolifératif, tantôt il ne l'est pas chez des animaux de la même espèce et du même âge.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Auguste Lumière* et *M^me^ Montoloy* (prés. par M. Roux). — **Infection et immunité charbonneuses par voie péritonéale.**

Il résulte des essais relatés dans cette Note que la difficulté de l'infection et de l'immunisation charbonneuses provient bien de ce que l'agent microbien, dont les produits de sécrétion sont dépourvus de chimiotactisme négatif, est phagocyté et détruit dès qu'il arrive au contact du sang. Il suffit d'empêcher la phagocytose par un moyen quelconque pour voir les phénomènes rentrer dans le cadre des autres infections sans qu'il soit nécessaire, pour expliquer l'exception apparente de la bastéridie charbonneuse, de recourir à une propriété spécifique inexistante des cellules cutanées.

P. GUÉRIN.

Séance du 8 mars 1926

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *R. Swyngedauw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la vitesse des brins mou et tendu d'une courroie.**

Les résultats des expériences réalisées sont exposés dans un Tableau. L'auteur montre que l'observation des changements de vitesse dans le fonctionnement des courroies peut conduire à des indications assez exactes sur les variations corrélatives de tension.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Ch. Maurain* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques dans l'ouest de la France.**

Les mesures présentées dans un Tableau, ont été effectuées en 1924 et 1925 dans 47 stations réparties dans les départements de l'Orne, de la Mayenne et de la Sarthe, dont 13 font partie du réseau établi par Moureaux au 1^er^ janvier 1896.

Ces mesures sont comprises dans celles qui ont été décidées par la sixième section du Comité français de l'Union géodésique et géophysique internationale en vue de l'établissement du nouveau réseau magnétique de la France.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Ch. Moureu, A. Lepape, H. Moureu et M. Geslin.* — **Composition (gaz courants et gaz rares) des gaz spontanés de quelques sources thermales de Madagascar et de la Réunion.**

Dans une Note précédente (*C. R.* 179, 1924, p. 123), MM. Ch. Moureu, A. Lepape et H. Moureu ont indiqué les résultats relatifs à la radioactivité des sources de Madagascar et de la Réunion, qu'ils avaient eu pour mission d'aller étudier sur place.

Aujourd'hui, en collaboration avec M. Geslin, ils donnent les résultats concernant les gaz rares. Deux tableaux indiquent, l'un la composition centésimale moyenne, en volume, des gaz spontanés, l'autre les rapports mutuels des proportions, en volumes, de l'azote et des gaz rares. De leurs analyses si délicates, les auteurs peuvent établir la complète analogie des gaz des sources bicarbonatées de Madagascar et de la Réunion et de ceux des sources bicarbonatées du Plateau Central.

PHYSIQUE. — *J. Ottenheimer et R. Dubois* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur une onde précédant l'onde explosive.**

La charge de mélinite était placée à 700 m. du navire sur lequel étaient installés les appareils de mesure. L'explosion a produit une déviation du spot extrêmement nette et caractéristique; l'oscillogramme a montré en outre l'existence d'une onde musicale à fréquence 60 environ, durant environ $\frac{2}{10}$ de seconde. Cette onde musicale a été suivie de l'onde comprimée correspondant à une très grande pression instantanée, et elle serait à rapprocher de l'onde particulière signalée par MM. Jouguet et Lafitte (*C. R.*, 1925, p. 546 et 658).

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Marcel Laporte* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mesure de la mobilité des ions dans les gaz.**

L'auteur a recherché une méthode de détermination de la mobilité des ions dans les gaz, permettant d'établir s'il existe ou non des ions de mobilités différentes et, le cas échéant, d'en évaluer les proportions.

Les expériences ont porté sur l'air, l'oxygène et l'azote humides ou secs, le gaz carbonique sous différentes pressions, l'argon. Pour ces gaz, il existe des ions de différentes mobilités dont les valeurs sont comprises entre deux limites nettement différentes.

L'appareil utilisé par l'auteur fonctionne comme une sorte de spectromètre à mobilités; il permet d'évaluer les proportions relatives des ions des différentes mobilités dans un spectre qui apparaît comme continu, tout au moins dans les limites du pouvoir séparateur.

ÉLECTRICITÉ. — *Max Morand* (prés. par M. A. Cotton). — **Étude sur le fonctionnement d'un tube à rayons positifs.**

L'auteur a étudié antérieurement (*C. R.*, 181, 1925, p. 544), l'émission de rayons positifs produite dans un tube

Digitized by Google

à vide par une anode de forme pointue recouverte de sels et légèrement chauffée. Afin d'utiliser ce dispositif pour étudier la séparation des isotopes du métal contenu dans le sel, il a construit un tube métallique où la déviation de ces rayons par un champ magnétique peut être commodément observée. L'étude du fonctionnement du tube sans champ magnétique l'avait conduit à interpréter le phénomène de l'émission comme un arrachement d'ions positifs à la surface du sel de l'anode.

Les résultats de ses nouvelles recherches lui permettent de conclure que cet arrachement des ions est dû à un champ électrique parfaitement déterminé, qui suffit seul à produire l'émission, sans phénomène d'ionisation complexe, dont l'existence modifierait profondément la répartition des potentiels.

PYROMÉTRIE. — *G. Ribaud* (prés. par M. A. Cotton). — **Influence de la température extérieure sur la température des lampes pyrométriques étalons.**

L'auteur établit par des équations, l'influence de la température extérieure sur la température apparente T du filament.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *R. de Fleury* (prés. par M. Mesnager). — **Les pistons en aluminium, en alpax et en magnésium.**

Au point de vue mécanique et thermodynamique, le meilleur métal pour exécuter un piston d'un poids limite donné, sera celui dont le produit des nombres mesurant ses propriétés physiques suivantes, sera le plus grand :

$$\frac{\text{Conductibilité calorifique}}{\text{Dilatabilité} \times \text{densité}}$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Perschke.* — **Sur l'étude de la triboluminescence.**

La phosphorescence du sulfure de zinc est due à la présence de petites quantités de In, Ga et Ge. Pour obtenir la triboluminescence, des traces de Mn, Bi sont nécessaires, elle n'est pas influencée par certains facteurs, offrant une grande importance dans la préparation des alliages phosphorescents, telles que la température (900° et 1.200°), sa durée (1 et 6 heures) et la vitesse de refroidissement.

— *Léon Guillet et Jean Cournot.* — **De l'influence du traitement thermique sur quelques alliages d'argent.**

Dans les alliages argent-zinc, les auteurs ont mis en évidence un phénomène très net d'accroissement de dureté par revenu, analogue à celui du duralumin ; pour les alliages argent-cadmium, les résultats sont moins évidents. De nouvelles expériences sont nécessaires.

— *P. Job* (prés. par M. Urbain). — **Étude spectrographique des sels de potassium trihalogènes.**

Les recherches ont porté sur des mélanges de solutions aqueuses d'iode et d'iodure de potassium, de bronze et de bromure de potassium, d'iode et de bromure de potassium, d'iode et de chlorure de potassium. L'auteur a obtenu les résultats suivants :

	Constante d'équilibre à 16°	Affinité de la molécule d'halogène pour l'ion halogéné (en calories) en solution aqueuse à 16°
I^3K	$1{,}25.\ 10^{-3}$	3880
BrI^2K	$3{,}5.\ 10^{-2}$	2030
I^2BrK	$5{,}5.\ 10^{-2}$	1670
Br^2ClK	$5{,}5.\ 10^{-1}$	990
$ICl K$	3.10^{-1}	695

— *A. Bigot* (prés. par M. Matignon). — **Kaolins, argiles, etc. Formation des schistes argileux houillers.**

Lorsqu'une argile sédimentaire est chauffée vers 400°, c'est-à-dire à une température inférieure à celle de sa déshydratation, elle se durcit par suite de la pectisation de ses colloïdes. La pectisation des colloïdes des argiles schisteuses dans les terrains houillers est due à la fois à la présence de matières goudronneuses et à une élévation de température qui peut être due à la compression énorme qui a provoqué la formation schisteuse.

CHIMIE MINÉRALE. — *C. Matignon et J. Cathala.* — **Action du phosgène sur la glucine.**

Dans une Note antérieure (*C. R.*, 181, 1925, p. 1066) les auteurs ont donné une étude systématique de l'action de l'oxychlorure de carbone sur la glucine. Depuis, ils se sont aperçus qu'un travail de M. Chauvenet (*C. R.*, 150, 1911, p. 87) constituait une antériorité qu'ils signalent.

En outre, ils rectifient une erreur d'impression qui se trouve dans le dernier tableau de leur Note précédente.

CHIMIE. — *R. de Forcrand.* — **Action du tallium sur les alcools ou acides dissous et sur l'eau et l'éthanol en excès.**

L'hydration de Tl^2O qui correspond à un dégagement de chaleur faible, conduit cependant à une base très puissante (*C. R.* 176, 1923, p. 20 et 873). Poursuivant cette étude, l'auteur a cherché à comparer les quantités de chaleur dégagées par le thallium et le sodium sur divers alcools ou acides dissous dans un grand excès d'eau. Les résultats sont exposés dans des tableaux.

— *Clément Duval* (prés. par M. G. Urbain). — **Préparations du nitrite de cis-dinitrotétramine et de quelques corps qui en dérivent.**

On a fait passer, pendant cinq heures, un courant d'air dans une solution de 200 cm³ d'ammoniaque à 20 % renfermant 20 gr. d'acétate cobalteux et 20 gr. de nitrite de sodium. La liqueur violette obtenue renferme deux composés précipitables par l'alcool : l'un est insoluble dans l'eau, c'est la cobaltitrinitrotriamine : $[Co(NH^3)^3\ (NO^2)^3]$, l'autre a pour formule $(NO^2)\ [Co(NO^2)^2\ (NH^3)]$. C'est l'isomère *cis*.

Par l'action d'un nitrite alcalin, le nitrite dinitrotétramine donne en solution aqueuse chaude, un précipité de nitrite de nitropentamine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Jean-Baptiste Senderens.* — **Etherification des alcools aromatiques.**

La méthode catalytique d'éthérification par l'acide sulfurique, décrite pour les alcools de la série grasse, s'applique, dans la série aromatique, aux alcools primaires, secondaires et non saturés. Avec l'alcool benzilique elle donne les éthers mixtes et elle permet de les obtenir, quoique plus difficilement avec l'alcool phényléthylique primaire. Quant aux éthers mixtes des alcools aromatiques secondaires et non saturés, l'auteur n'a pas encore réussi à les préparer.

— *Lespieau* (prés. par M. Moureu). — **Action de l'acroléine sur le dérivé dimagnésien mixte de l'acétylène.**

Le résultat a été la production d'un alcool acétylénique vrai et d'un glycol acétylénique disubstitué. L'alcool, qui n'avait pas encore été préparé, est le penténinol $CH{\equiv}C{-}CHOH{-}CH{=}CH^2$, liquide incolore, bouillant à 128°,5—129° sous la pression normale. Densité à 23°=0.9175 ; indice pour la raie D, 1,4525 ; poids moléculaire, 85 (théorie 82).

Le glycol obtenu a été décrit en 1912 par M. Dupont (thèse de doctorat).

— *Marcel Guerbet* (prés. par M. Béhal). — **Sur les acides dialcoylarsiniques asymétriques et, en particulier, sur l'acide méthyléthylarsinique.**

L'auteur a préparé l'acide méthyléthylarsinique en chauffant au bain-marie pendant 12 heures une bouteille, dont le bouchon est maintenu par un ressort, contenant 47 g. (1 mol.) d'oxyde de méthylarsine, 50 gr. de potasse caustique dissoute dans 230 cm³ d'alcool à 70° et 29 gr. (1 mol.) de chlorure d'éthyle. L'acide méthyléthylarsinique cristallise en lamelles clinorhombiques incolores, fondant à 120-121°,

Digitized by Google

déliquescents dans l'air humide. Son odeur forte provoque la céphalée.

MINÉRALOGIE. — *Mlle J. Brière.* — **Sur l'existence de l'uraninite (pechblende) dans certaines pegmatites de Madagascar.**

Les échantillons étudiés proviennent des déblais d'une carrière de pegmatite située à Malakialina. Ils se présentent sous forme de gros nodules jaunes ou rougeâtres, friables dont le centre renferme le minéral noir et compact, de densité 9.42, possédant une radioactivité de 6.93. Quant à la partie jaune qui l'enveloppe, sa radioactivité est de 7 environ.

AGRONOMIE. — *H. Lagatu et L. Maume* (prés. par M. Viala). — **Diagnostic de l'alimentation d'un végétal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisie.**

Les recherches ont porté exclusivement sur la teneur en azote, la vigne étant choisie comme sujet d'expérience. Les expériences ont montré que chez une même vigne aussi bien avec une excellente fumure, qu'en l'absence de toute fumure, les teneurs en azote des feuilles situées à la base des rameaux fructifères s'abaissent notablement quant on porte de 6 à 9 le nombre des rameaux fructifères par cep. Il apparaît donc que le diagnostic tiré du chimisme de la feuille est aussi fidèle et aussi sensible pour l'intensité que pour la nature de l'alimentation.

L. FRANCHET.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **La systématique des roches leucitiques; les types de la famille syénitique.**

Les roches felspathiques leucitiques doivent être considérées comme des phases spéciales des roches à néphéline très potassiques; elles ne constituent pas des familles distinctes, comme on l'admet généralement. Ainsi comprises, elles peuvent être légitimement distribuées dans les diverses familles des roches à néphéline dont elles constituent les termes les plus potassiques. L'auteur les place dans les trois familles *syénitique, monzonitique, théralitique,* d'après la valeur calculée du rapport de l'orthose au plagioclase.

— *M. Koyitch.* — **Sur l'existence de laves leucitiques dans la Serbie méridionale.**

La composition minéralogique de ces laves, étudiée au microscope, est la suivante : il n'existe que de petits phénocristaux, à peine visibles à l'œil nu, formés surtout par de l'olivine et de l'augite. La biotite est moins abondante, mais elle est plus distincte à l'œil nu que les minéraux précédents. Ces phénocristaux sont distribués dans une pâte microlitique constituée par les mêmes espèces, mais avec, en outre, de la *leucite* et parfois de l'orthose.

Cette roche est à rapporter au type nouveau désigné par M. A. Lacroix sous le nom de kajanite et qui, jusqu'ici, n'était connu que dans un seul gisement situé à Bornéo. Ce fait augmente l'intérêt de ce nouveau gisement serbe.

GÉOLOGIE. — *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la signification tectonique des gneiss œillés du massif du Pilat, près de Saint-Étienne.**

Les gneiss œillés du massif du Pilat ont une signification tectonique importante. La répétition de ce faciès dans la série cristallophyllienne résulte du chevauchement de plusieurs unités tectoniques. La déformation mécanique des gneiss œillés a été provoquée par ce même mouvement. Les zones où le laminage est plus intense et où la mylonite franche s'associe parfois au gneiss œillé permettant de définir les surfaces de poussée ou de charriage.

BOTANIQUE. — *Jean des Cilleuls* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Le phytoplancton de la Loire.**

Le phytoplancton de la Loire rappelle par sa pauvreté, celui des fleuves à cours rapide. Les Diatomées y figurent en nombre important; les Chlorophycées sont peu abondantes, et les Desmidiées, Cyanophycées, Flagellées, sont rares. Les Diccoflagellées sont presque totalement absentes. Ce phytoplancton a besoin, la plupart du temps, de l'apport de nouveaux organismes que lui cèdent les affluents les bras morts et les petits étangs plus ou moins endormis de ses rives.

— *V. Lubimenko* (prés. par M. Molliard). — **Sur le rôle physiologique de l'amidon déposé dans le parenchyme vert des feuilles.**

L'accumulation et la dissolution de l'amidon dans les feuilles sont intimement liées au mécanisme du courant qui transporte les hydrates de carbone solubles des feuilles à la tige. L'accumulation de l'amidon se produit le long de ce courant et son rôle physiologique est d'entretenir une différence nécessaire dans la concentration des hydrates de carbone solubles d'un bout à l'autre du courant. La quantité de l'amidon accumulée dans le parenchyme foliaire est proportionnelle à l'excès des carbohydrates solubles qui ne sont pas immédiatement transportés dans la tige.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A. Dognon* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'action biologique des rayons X de différentes longueurs d'onde.**

L'auteur croit que les modifications apportées par M. Dauvillier à l'interprétation de ses résultats reposent sur les bases actuellement trop incertaines pour être considérées comme valables, et aboutissent de plus à l'énoncé d'une loi qu'un certain nombre d'autres faits rendent peu vraisemblable.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Petit et Richard.* — **Sur la liquéfaction mécanique de l'empois d'amidon.**

L'amidon soluble peut être obtenu en traitant au secoueur mécanique un empois de fécule à 2 pour 100 additionné de traces de sels minéraux. Les auteurs ont constaté que la même transformation se produit d'une manière certaine, sans intervention de sels et par des actions mécaniques plus énergiques. C'est ainsi que l'empois, passé six fois au vaporisateur sous une pression de 1 kg. d'air, acide carbonique ou hydrogène, se change en amidon soluble filtrant sur papier et présentant le pouvoir rotatoire moléculaire 210°.

— *M. Bridel et C. Béguin* (prés. par M. L. Guignard). — **Action de l'émulsine des amandes sur l'arabinose-*l* en solution dans des alcools éthyliques de différents titres.**

Les arabinosides dérivés de l'arabinose-*l* à faible pouvoir rotatoire doivent être les *l*-arabinosides-α et ceux qui dérivent de l'arabinose-*l* à pouvoir rotatoire élevé les *l*-arabinosides-β. L'émulsine, provoquant une diminution de rotation dans les solutions alcooliques d'arabinose-*l*, doit donc réaliser la synthèse des *l*-arabinosides-α.

MICROBIOLOGIE. — *G. Guittonneau* (prés. par M. Lindet). — **Sur l'oxydation microbienne du soufre.**

Dans les sols riches en matière organique, l'oxydation totale du soufre peut relever, au moins pour une large part, d'un mécanisme indirect comportant la production d'hyposulfites comme terme intermédiaire. Cette hypothèse implique avant tout l'idée que la propriété d'oxyder le soufre ou l'hyposulfite est en quelque sorte spécifique pour chacun des groupes de microbes étudiés, que cette propriété est de ce fait indépendante de toute réaction secondaire de fermentation et que, par conséquent, elle reste semblable à elle-même quel que soit l'aliment organique consommé par l'être vivant qui la possède. Or, l'expérience a montré à l'auteur qu'il en est bien ainsi.

— *Georges Truffaut et N. Bezssonoff* (prés. par M. G. André). — **Influence de l'aluminium métallique sur l'activité des bactéries fixatrices d'azote.**

Les quatre fixateurs d'azote utilisés dans les expériences sont : *Clostridium pastorianum, Azotobacter chroococcum* et

Digitized by Google

Vinelandi et *Bacillus Truffauli*. Les résultats réunis dans un Tableau montrent que le coefficient de fixation d'azote par gramme de sucre utilisé (lévulose) est amélioré en présence de l'aluminium. L'influence favorable de l'aluminium métallique sur la fixation biologique de l'azote se dégage nettement de l'examen des chiffres contenus dans ce Tableau.

MÉDECINE. — *Marage* (prés. par M. d'Arsonval). — **La défense de l'organisme contre les médicaments.**

L'auteur montre que l'organisme ne saurait être considéré comme un récipient inerte dans lequel se produisent des réactions suivant les lois ordinaires de la chimie. L'organisme se défend contre les médicaments et les réactions produites sont absolument contraires à celles que l'on attendait. C'est ainsi que souvent l'hyperacidité chez les anciens tuberculeux, l'hypertension artérielle chez les Brightiques, les végétations adénoïdes chez les enfants prétuberculeux, sont des réactions de défense que le médecin doit surveiller pour les empêcher de dépasser le but, mais doit bien se garder de supprimer.

— *Roucayrol* (prés. par M. d'Arsonval). — **Action de la diathermie dans la blennorrhagie.**

La diathermie a le pouvoir de mettre en liberté la toxine microbienne. Cette toxine (et non le microbe ou la chaleur) exalte la défense de l'organisme, provoquant une polynucléose jeune et abondante, qui englobe et ramène à l'extérieur les bactéries détoxinées.

Dans la blennorrhagie chronique, cette action de la diathermie permet de reconnaître la présence du gonocoque caché qui échappe à tout autre moyen de recherche. La guérison complète est obtenue lorsqu'on continue la d'Arsonvalisation, après la disparition des microbes, jusqu'au moment où l'on retrouve des polynucléaires vieux et des cellules. Ce résultat est vérifié par les différentes cultures de contrôle (traitement d'épreuve). P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Structure des molécules. Conférences faites au laboratoire de M. Ch. Moureu et à la Société de Chimie physique, par Victor HENRI, Professeur de chimie physique à l'Université de Zurich. In-8° de 122 pages avec 14 figures et 3 planches. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Quelle formule faut-il attribuer au benzène pour représenter le mieux possible l'ensemble de ses caractères physiques et de ses propriétés chimiques? Quelle est la disposition des différents atomes de carbone et d'hydrogène dans la molécule, à quelle distance se trouvent-ils les uns des autres, quels mouvements les animent, quelles forces agissent entre eux? Tels sont les deux problèmes, le premier intéressant plus particulièrement les chimistes et le deuxième les physiciens, qu'envisage M. V. Henri.

Abordant la question dans toute sa généralité, il passe en revue les divers phénomènes qui peuvent fournir des renseignements sur la structure des molécules, en insistant sur le développement des idées qui ont guidé les chercheurs. Il montre comment, par la collaboration de méthodes appartenant à des domaines les plus divers de la physique, on peut parvenir à édifier une statique et une dynamique générales des molécules.

Cet ensemble de recherches nous montre qu'une molécule correspond à un état de stabilité d'un certain nombre d'atomes; ces atomes sont ionisés et s'attirent par des forces électrostatiques, conformément à la loi de Coulomb; une force de répulsion, qui est inversement proportionnelle à une puissance élevée de la distance, les empêche de s'accoler complètement.

Une deuxième notion générale, qui découle directement des recherches expérimentales, est l'existence pour une molécule d'une série d'états électroniques différents; la molécule peut présenter plusieurs états d'activation qui correspondent à diverses valeurs de l'énergie interne.

Sans insister sur le détail des faits et des théories invoqués par l'auteur, contentons-nous de signaler le plan de son exposé. Il examine d'abord quels sont les faits expérimentaux et les théories qui ont conduit à admettre l'existence d'une polarité des molécules. Il analyse les théories électroniques de la valence et de la stabilité des molécules. Il expose ensuite ce que l'on peut appeler dynamique des molécules, c'est-à-dire l'étude des différents mouvements intra-moléculaires. Enfin il présente un résumé de nos connaissances actuelles sur la structure des molécules en général et de la molécule du benzène en particulier.

Ce sont là des questions qui comptent parmi les plus captivantes de celles qu'abordent actuellement les physico-chimistes. M. Victor Henri a contribué à leur solution par de nombreuses recherches personnelles. On s'en rend compte en lisant son exposé très documenté, où il a su faire un choix raisonné et critique des nombreux matériaux accumulés. A. Bc.

Le principe de symétrie et ses applications, par F.-M. JAEGER, traduit de l'Anglais par MM. Pierre GÉRALD et Jean CHEVRIER. Préface de M. Ch. MOUREU. In-8° de 240 pages avec 171 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 55 fr.

Les formes des êtres vivants nous frappent souvent par la répétition périodique de certains éléments; les formes cristallines sont des polyèdres dont la structure interne, les diverses propriétés physiques et la forme extérieure révèlent la symétrie. C'est à l'étude de la symétrie que présentent le monde vivant et le monde inorganique qu'est consacré l'ouvrage de M. Jaeger.

Il est des figures qui ne sont pas superposables à l'image qu'en donne un miroir; ainsi l'image d'un gant droit est un gant gauche qui, quelle que soit la façon dont on le place ou le retourne, ne pourra jamais être utilisé comme gant droit. Le groupement dans l'espace des atomes qui constituent la molécule présente souvent de telles paires de formes dites « énantiomorphes » ou « antipodes optiques ». Les corps qui leur correspondent possèdent des propriétés optiques remarquables; ils agissent sur la lumière polarisée et les deux antipodes en font tourner le plan de polarisation de quantités égales et de sens opposés.

Pasteur a longuement étudié les propriétés des substances douées de pouvoir rotatoire. Il avait cru pouvoir affirmer que seuls les organismes vivants étaient susceptibles de produire des substances optiquement actives, les réactions de laboratoire donnant toujours en quantités égales les deux antipodes dont le mélange ou la combinaison n'exerce aucune action sur la lumière polarisée.

Depuis, les idées de Pasteur ont dû être élargies. On a reproduit au laboratoire, dans des circonstances spéciales, des substances dissymétriques douées de pouvoir rotatoire, mais bien des problèmes sont encore à résoudre, bien des énigmes subsistent.

Digitized by Google

M. Jaeger a su exposer avec une très grande clarté ces questions délicates. La lecture de son livre, fortement documenté, présente un très grand intérêt pour les physiciens et les chimistes qui préciseront ainsi bien des idées vagues et y puiseront le sujet de fructueuses méditations. Aussi doit-on remercier MM. Gérald et Chevrier de nous en avoir donné une traduction française élégante et fidèle. M. Ch. Moureu a enrichi le livre d'une préface extrêmement solide et brillante où sont groupées et mises en lumière avec une rare maîtrise les idées essentielles développées dans le corps de l'ouvrage. A. Bc.

Le Métabolisme de base, par Em.-F. Terroine et Edg. Zunz. In-8° de 187 pages, collection *Les Problèmes biologiques*. Les Presses Universitaires de France. Paris, 1925. — Prix : 20 francs.

Pour les travailleurs de laboratoire, désireux de se tenir au courant des progrès de la science, et même pour le grand public curieux des choses de la nature, les revues d'ensemble des grandes questions à l'ordre du jour constituent la meilleure source de documentation. Écrites par des savants spécialistes, avec un grand souci d'exactitude, avec une profusion de citations bibliographiques, ces *mises au point* indiquent les tendances et les progrès les plus récents et sont donc un instrument de travail de premier ordre. La Collection de Monographies : *Les Problèmes biologiques*, inaugurée depuis peu par les Presses Universitaires, sous le patronage d'un Comité technique des Sciences naturelles, répond à cette nécessité de façon particulièrement brillante. A l'heure qu'il est, trois volumes ont paru, dont celui de MM. Terroine et Zunz est le premier en date.

M. Terroine, professeur de physiologie générale à la Faculté des Sciences de Strasbourg, est bien connu parmi les physiologistes pour ses travaux sur l'énergétique musculaire; M. Zunz, professeur de thérapeutique à la Faculté de Médecine de Bruxelles, ne l'est pas moins pour ses études sur les échanges respiratoires et le métabolisme de façon générale. Ils se sont attachés, dans cet exposé de *Métabolisme de base*, à l'examiner chacun d'un autre point de vue : M. Terroine montre son importance en physiologie, M. Zunz son intérêt en pathologie. Qu'est-ce au juste le métabolisme de base? C'est la dépense énergétique minimum, la dépense incluctable, irréductible, que l'on constate quand l'individu est à l'état de repos absolu, en position couchée, les muscles relâchés... ; c'est la dépense de fonds, caractéristique et à peu près constante pour un individu donné. Il y a en effet des dépenses contingentes, celles qui sont nécessitées par le travail extérieur, le travail de la digestion, la régulation de la température, et qui sont évitables; et les dépenses d'absolue nécessité, en rapport avec la circulation, la respiration, la sécrétion, l'apport des substances nutritives dans l'intimité des tissus : la mesure exacte de ces dernières dépenses est ce qui importe avant tout dans les recherches sur le métabolisme de base. M. Terroine montre combien cette mesure est délicate; elle demande la suppression des dépenses contingentes (Chapitre I) et l'abaissement des dépenses inéluctables à leur taux minimum (Chap. II). Mais, pour comparer les grandeurs du métabolisme de base entre individus de même espèce et d'espèces différentes, il faut une unité de mesure; trois chapitres sont consacrés à montrer que la mesure par unité de surface est légitime et rationnelle.

M. Zunz examine surtout les facteurs influençant le métabolisme de base et ses variations dans les états pathologiques; les résultats déjà acquis à ce sujet fournissent des données fort utiles pour le diagnostic et le traitement. A. Drzewina.

Systematic organic chemistry, par William-M. Cumming, J. Vance-Hopper et T. Sherlock-Wheeler. In-8° de 535 pages avec 79 figures. Constable and Company Ltd, éditeurs. Londres.

Ce guide de manipulations, basé sur les méthodes les plus modernes de préparation ou d'analyse des composés organiques, sera certainement accueilli avec faveur par tous les étudiants ou travailleurs des laboratoires. Ses auteurs l'ont rédigé sur un plan excellent et de telle manière que chaque manipulation donne au lecteur, non seulement l'occasion de perfectionner son éducation pratique, mais aussi de développer ses connaissances théoriques. Il a beaucoup d'analogies avec le manuel, si apprécié chez nous, de Dupont, Freundler et Marquis; il complète même celui-ci sur bien des points soit parce qu'il est plus récent, soit en raison du grand nombre de réactions qui y sont étudiées.

On n'y trouve pas moins de 492 préparations très clairement et très méthodiquement exposées avec tous les détails techniques nécessaires, les données théoriques indispensables, l'énumération des précautions à prendre pour les manipulations délicates ou dangereuses, l'indication du rendement et des principales propriétés du corps préparé, et enfin les indications bibliographiques qui peuvent être utiles. Les 90 dernières pages de l'ouvrage sont consacrées à l'analyse des substances organiques et aux procédés qui permettent d'établir leur constitution.

En résumé ce manuel opératoire de chimie organique est susceptible de rendre de réels services aussi bien aux débutants qu'aux jeunes chimistes ayant déjà une assez grande pratique, surtout à ceux qui suivront, pour la progression des exercices, les indications que les auteurs ont pris soin de leur donner dès le premier chapitre.

A. Berthelot.

Le Pôle Nord. Histoire des voyages arctiques par J. Rouch. In-18 de 250 pages avec 31 gravures et 6 cartes. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Le Commandant Rouch, qui, en 1922, avait écrit en des pages émouvantes l'histoire de la conquête du Pôle Sud, ne pouvait faire mieux que de compléter son œuvre en nous donnant l'histoire de la conquête du Pôle Nord.

Le Pôle Nord, depuis plus de quatre siècles a tenté les navigateurs : au début, dès 1497, il s'agissait de découvrir une route qui, d'Europe, put conduire en Chine et aux Indes en évitant le long détour par le Cap de Bonne Espérance; plus tard, ce sont les baleiniers qui remonteront de plus en plus au Nord à la recherche des grands cétacés; enfin, à une époque plus récente la conquête du Pôle n'a plus qu'un but purement scientifique.

C'est en 1819, seulement, que fut découvert le Pôle magnétique et il fallut attendre encore près d'un siècle pour parvenir, avec Peary, au Pôle (6 août 1909).

Si pendant quatre siècles, aucune des expéditions arctiques ne put atteindre le Pôle, la Géographie leur est, néanmoins, redevable à toutes, de la connaissance des régions polaires et, à la suite du Commandant Rouch, nous voyons, peu à peu, se remplir les vides de la carte.

Les pionniers intrépides partis à l'assaut du Pôle Nord ont leur martyrologe sur lequel sont inscrits la plupart d'entre eux. Nulle plume, autre que celle de M. Rouch, n'était mieux qualifiée pour nous dépeindre au prix de quelles souffrances, de quelles pertes en vies humaines,

Digitized by Google

nos connaissances, en géographie arctique, furent acquises. Ces souffrances, il les traduit non point en termes grandiloquents, mais simplement, comme condition inéluctable de ces entreprises hardies dans lesquelles l'homme a la volonté de vaincre les éléments.

Que ceux qui pensent que la conquête des régions polaires n'offre qu'un intérêt de curiosité, lisent le *Pôle Nord* et ils comprendront que cette conquête est indispensable à l'étude de la Géographie physique, de la Physique du Globe, de la Météorologie et de la Biogéographie : en un mot, de l'Histoire du Monde. L. Franchet.

The extra-pharmacopœia, par W. Harrison Martindale et W. Wynn Westcott. *Dix-huitième édition*, Tome II. In-8° de XLII + 728 pages. H.-K. Lewis and Co Ltd., éditeurs London et Wm. Martindale, 10, New Cavendish Street London W. 1. — Prix : 20 shillings.

Nous avons dit à propos du Tome I quels grands services cet ouvrage peut rendre aux médecins et aux pharmaciens, ainsi qu'à tous ceux qui, d'une manière quelconque, s'occupent de thérapeutique, de pharmacodynamie et d'analyses médicales. Alors que le premier volume renfermait principalement tout ce qui concerne les médicaments, leur composition, leur préparation, leurs formes pharmaceutiques, leurs propriétés et leur mode d'administration, le Tome II est consacré surtout aux données d'ordre chimique ou physique, à l'analyse chimique, à la physiothérapie, à la bactériologie, à l'hygiène, à l'hématologie, à la parasitologie et à la toxicologie.

De même que les précédentes, cette dix-huitième édition a été remaniée de manière à réduire tout ce qui concernait les sujets d'importance secondaire et à la mettre au courant des plus récentes acquisitions de la science. On y trouve par exemple un excellent résumé des travaux de Gye et Barnard sur la présence d'un virus filtrable dans les tumeurs cancéreuses et des données intéressantes sur le traitement de la paralysie générale par le paludisme. De nombreux sujets tout à fait à l'ordre du jour y sont également exposés, notamment les méthodes d'étude expérimentale des arsénobenzènes, le mode d'emploi des composés qui permettent d'apprécier la perméabilité rénale, les données nouvelles sur les vitamines et l'hygiène alimentaire, l'insuline et son mode d'emploi, les nouveaux antiseptiques locaux ou internes, tel le mercurochrome, les indicateurs colorés et la mesure de la concentration en ions H, les nouvelles applications de la haute fréquence, des rayons X, des éléments radio-actifs et des diverses radiations, etc... On pourra également y puiser de précieux renseignements sur les travaux récents concernant l'étiologie, le diagnostic ou le traitement du béri-béri, du botulisme, de la lèpre, de la dysenterie, de la syphilis, des trypanossomiases, etc... Les recherches de Ramon sur les anatoxines, la vaccination contre la diphtérie et le tétanos et sur l'emploi de réaction de Schick sont aussi l'objet d'une étude spéciale.

De plus les 170 premières pages du volume sont consacrées à un supplément de matière médicale qui renferme tous les faits qui n'avaient pu trouver place dans le tome I ou qui ont été publiés depuis l'impression de celui-ci ; en outre de nombreux tableaux d'analyse des composés organiques ont été introduits dans cette nouvelle édition où ils seront certainement très appréciés des chimistes. D'ailleurs la place nous manque pour continuer cette énumération des additions ou des améliorations dont l'excellent ouvrage de W. Martindale vient encore d'être l'objet ; tant qu'on ne l'a pas feuilleté du commencement à la fin et surtout qu'on ne s'en est pas, comme nous, servi couramment on ne peut se faire une idée de sa valeur scientifique et pratique. On ne saurait trouver un meilleur complément à nos recueils et à nos formulaires ; il est vraiment regrettable que les circonstances empêchent tant de Français d'en faire l'acquisition.

A. Berthelot.

Essai de Psychologie Astrale, par Paul Choisnard, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. In-8° de 190 pages avec figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Le but principal de l'ouvrage est d'exposer le moyen pratique d'interpréter scientifiquement un ciel de naissance, en supposant celui-là dressé astronomiquement comme l'auteur l'a indiqué dans ses autres livres.

L'étude, partant de l'influence des astres prouvée par les probabilités comparées (critérium de toute connexion sur le terrain expérimental), vise les principales lois psychologiques qui ont trait à l'inégalité originelle des hommes entre eux. Elle envisage celle-là au double point de vue des prédispositions du caractère et de la destinée de chacun de nous.

L'auteur expose la façon détaillée d'établir une loi de correspondance psychologique, d'après un exemple concernant l'aptitude à la philosophie, basé sur plus de 300 cas. Il examine les objections diverses, critique les méthodes anciennes et expose la façon la plus rationnelle de procéder à l'interprétation. Pour faciliter cette interprétation, il résume, sous forme de Dictionnaire de psychologie, les correspondances astrales (vérifiées ou entrevues) qui lui ont paru les meilleures à retenir pour l'instant. Une série d'exemples typiques et très divers, concernant des personnalités connues, montrent la voie à suivre pour tirer un parti pratique et judicieux des lois psychologiques déjà enregistrées. L. Fr.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

S. J. Holmes. — Life and evolution. An Introduction to general biology. In-8 de 450 pages avec figures. Harcourt Brace and C°, 383 Madison avenue. New-York. — Prix : 3 d. 5.

Gilbert Morgan Smith. — Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin. Pars II. Desmidiaceœ. (Bull. of the University of Wisconsin, n° 57). In-8 de 227 pages avec figures. Madison. Published by the University.

J. J. Thomson. — L'électron en Chimie. In-8 de 135 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 16 francs.

R. Ferrier. — Les nouveaux Axiomes de l'Electronique (mécanique des électrons). In-8 de 61 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

Maroger. — Le problème de Pappus et ses cent premières solutions. In-8 de 390 pages. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

G. Juvet. — Mécanique analytique et théorie des Quanta. In-8, de 153 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

A. Nessi et L. Nisolle. — Régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central. In-8 de 171 pages. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

C. W. L. Charlier. — The motion and the distribution of the Stars (Memoirs of the University of California vol. 7). In-4 de 130 pages. U. of. California press, Berkeley, California.

Le Gérant : M. Hedan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 7 — 64e ANNÉE — 10 AVRIL 1926

LES ONDES COURTES

Nous traiterons dans le présent article non seulement des ondes courtes pratiquement utilisées depuis quelques années déjà en Radiotélégraphie (gamme allant de 115 à 15 m. et un peu au-dessous) mais aussi des ondes encore plus courtes qui sont étudiées en ce moment un peu partout.

Nous aurons à parler notamment des ondes de l'ordre du mètre qu'on cherche à utiliser pour des fins commerciales ou militaires en les dirigeant à l'aide de projecteurs.

Puis des ondes plus courtes encore qui sont restées pour le moment du domaine du Laboratoire. En ce qui concerne celles-ci, nous citerons notamment les travaux de MM. Gutton et Pierret à Nancy, qui réalisent des ondes de l'ordre de quelques dizaines de cm., et les travaux de Nichols et Tear qui ont réussi à produire des ondes hertziennes de l'ordre du mm. dont les harmoniques sont plus courtes que les plus longues radiations infra-rouges actuellement connues. Ainsi ces deux techniciens ont pu démontrer scientifiquement que les radiations lumineuses, calorifiques et électromagnétiques ne différaient en quelque sorte que par la note ou, si l'on préfère, par la longueur d'onde, et qu'il n'existait entre ces radiations de nature identique, bien qu'elles se manifestent différemment à nos sens, aucune solution de continuité.

A. — Ondes courtes commercialement utilisées en radiotélégraphie

Nous nous proposons de donner un historique rapide de l'utilisation de ces ondes, d'indiquer comment elles sont produites, ce qu'on sait de leur propagation et comment sont disposés les appareils destinés à les recevoir. Nous dirons aussi quels résultats sont actuellement acquis et quelles recherches nouvelles sont en cours, ou semblent devoir être prochainement entreprises. Mais il ne paraît pas inutile, au préalable, de montrer comment l'évolution de la radiotélégraphie a d'abord conduit à négliger les ondes courtes, et de résumer aussi les avantages qui ont amené finalement à envisager l'emploi de telles ondes, concurremment d'ailleurs, avec les ondes longues.

1. *Evolution de la technique radiotélégraphique depuis les débuts de la T. S. F. Avantages des ondes courtes.* — Depuis l'année 1898 où Marconi fit ses premières émissions sur une onde supérieure à 100 mètres jusqu'en 1921, date où l'on constata pour la première fois des portées surprenantes obtenues à l'aide d'ondes courtes émises à faible puissance, les radiotélégraphistes ne pensèrent qu'à augmenter les longueurs d'ondes. Il y avait à cela plusieurs raisons. On avait depuis le début de la T. S. F. augmenté les portées en augmentant la puissance mise en jeu et l'on continuait tout naturellement dans cette voie. Or pour emmagasiner et rayonner de la puissance, il fallait des antennes à grande capacité qui produisaient des ondes de grande longueur (jusqu'à 23000m pour le poste de Croix d'Hins). Des considérations théoriques qui n'ont pas cessé d'être exactes montraient que l'absorption des ondes par le sol était d'autant plus importante que l'onde était plus

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs

*

Digitized by Google

courte, d'où nécessité encore, semblait-il, d'employer des ondes longues pour porter loin. Des formules établies expérimentalement en mesurant le rayonnement des ondes longues à distance (comme la formule dite d'Austin-Cohen) semblaient démontrer que pour porter à une distance donnée, il fallait une onde d'autant plus longue que l'on désirait atteindre un correspondant plus lointain. Une dernière raison, d'ordre tout matériel, s'opposait jusqu'en ces dernières années à une expérimentation raisonnée des ondes courtes, c'est que les dispositifs émetteurs qui ont précédé la lampe à 3 électrodes se prêtaient difficilement à l'émission de telles ondes. C'est pour toutes ces raisons que l'emploi de la gamme des ondes inférieures à 200 mètres n'avait jamais fait l'objet de discussions internationales et que cette gamme avait été abandonnée aux amateurs parce qu'on la considérait comme pratiquement inutilisable.

Les amateurs profitant de la mise au point des émetteurs à lampes triodes qui permettaient une émission particulièrement facile d'ondes extrêmement courtes explorèrent la gamme qui leur était réservée et dès 1921 on eut l'agréable et presque incroyable surprise de constater que des ondes de longueur inférieure d'abord à 200 puis à 100 mètres et émises avec des postes consommant quelques centaines et même, dans certain cas, quelques dizaines de watts arrivaient à traverser l'Atlantique. Ce fut d'abord la période des records, nous en parlerons plus loin avec quelques détails. Elle se caractérise par des performances (s'il est permis d'employer un terme sportif qui semble de circonstance) tout à fait extraordinaires mais que l'on n'était jamais sûr de pouvoir recommencer. Puis l'on chercha et l'on cherche encore à monter des postes à ondes courtes qui puissent faire un trafic commercial et émettre des ondes capables d'assurer des émissions quotidiennes d'au moins quelques heures chaque jour. Déjà l'on est sorti, pour cette application récente des ondes courtes, de la période des tâtonnements et des essais. D'assez nombreuses stations existent qui font du trafic commercial et dont nous aurons à parler plus loin.

Pour le moment nous résumerons simplement les avantages les plus immédiats des ondes courtes. Tout d'abord les postes à ondes courtes sont infiniment moins dispendieux à établir et à exploiter que les postes à ondes longues, mais il faut reconnaître qu'ils sont loin à l'heure présente d'avoir la même sécurité de fonctionnement et que les deux catégories de postes coexisteront vraisemblablement encore longtemps. Un deuxième avantage des ondes courtes c'est que dans un intervalle de gammes d'ondes donné on peut faire émettre sans brouillage beaucoup plus d'ondes, en même temps, si elles sont courtes que si elles sont longues. Il est facile de voir qu'un écart de quelques centimètres entre deux ondes, dont la longueur est inférieure à 100 mètres, a le même effet au point de vue de la sélectivité de ces ondes à la réception qu'un écart de plusieurs centaines de mètres pour des ondes de l'ordre de 15.000 mètres. Ceci a surtout une grande importance pour les émissions radio-téléphoniques dont les ondes, pour un poste donné, ne correspondent plus à une seule longueur comme en télégraphie, mais à toute une bande de longueurs d'ondes étalée de part et d'autre de la longueur de l'onde porteuse que le microphone émetteur a modulé au départ.

Enfin en étudiant le rayonnement théorique d'une antenne émettrice au-dessus d'un sol non absorbant on démontre sans difficulté que ce rayonnement est d'autant meilleur que l'onde émise est plus courte d'où, pour les postes à ondes courtes, un meilleur rendement et une meilleure utilisation de l'énergie au départ.

2. *Historique de l'emploi des ondes courtes en radiotélégraphie depuis* 1921 *(gamme* 15 *m.* - 115 *m.)*. — C'est à l'aide d'ondes dont la longueur est comprise dans cette gamme qu'ont lieu, à l'heure actuelle, presque toutes les émissions dites à ondes courtes.

Nous nous bornerons à parler avec quelques détails des essais faits en France. Les étrangers qui ont travaillé cette question durant ces dernières années n'ont pas obtenu de résultats bien différents des nôtres. Tout au plus ont-ils cherché à pousser l'étude des ondes dirigées et nous parlerons de ces travaux à propos des ondes de l'ordre du mètre.

Les amateurs à qui l'on avait abandonné la gamme des ondes inférieures à 200 m. ont été naturellement les premiers à obtenir des résultats intéressants. Dès 1921, et même auparavant, des amateurs américains avec des puissances d'alimentation inférieures au kilowatt ont réalisé sur le territoire des États-Unis des portées dépassant plusieurs milliers de kilomètres. En décembre 1921 eurent lieu les premiers essais transatlantiques faits à l'aide d'ondes de l'ordre de 200 m. Un amateur américain, M. Godley, envoyé en Écosse, reçut une trentaine d'émissions américaines avec un dispositif de réception à superhétérodyne dont nous disons un mot plus loin et une antenne unifilaire d'un type alors nouveau et qui s'appelle l'antenne Beverage. Ces essais furent repris sur une plus grande échelle fin 1922, toujours avec des postes faisant environ 200 m. de longueur d'onde et ayant des puissances inférieures au kilowatt.

Digitized by Google

Cette fois on reçut en France et en Angleterre environ 250 postes américains. Pour la première fois un poste d'amateur français, celui de M. Deloy, installé à Nice et alimenté sous un kilowatt environ fut entendu aux États-Unis. Fin 1923 une nouvelle série d'essais transatlantiques eut lieu. M. Deloy réussit sur une onde de l'ordre de 100 m. à réaliser une liaison bilatérale avec M. Schnell. Une conversation semblable put être échangée entre le même M. Schnell, d'Hartford (Connecticut) et M. Louis, d'Orléans. L'onde employée était l'onde de 100 m. et la puissance d'alimentation ne dépassait pas 110 watts. A partir de 1924 les essais des amateurs pour faire de la réception et de l'émission à longue distance se multiplièrent. On chercha à atteindre ou à entendre des correspondants de plus en plus lointains ; on essayait en même temps de descendre de plus en plus dans la gamme des ondes. C'est ainsi que dans le courant de 1924 MM. Deloy et Louis furent entendus en Australie et en Nouvelle-Zélande et que M. Ménars put recevoir, près de Pau, des correspondants du monde entier. Dans la voie des émissions sur ondes de plus en plus courtes qui, comme nous le verrons, permettent de meilleurs trajets de jour, nous pouvons citer les essais de M. Vuilbert qui fit Paris-Tunis sur trente-cinq mètres en avril 1924 ; ceux de M. Deloy qui fut reçu en Amérique sur quarante-quatre mètres, cependant que M. Renartz aux Etats-Unis descendait jusqu'à vingt-cinq mètres. Enfin, en avril 1925, M. Louis correspondait avec un amateur américain de jour sur une onde d'environ vingt mètres, son correspondant lui répondant sur une onde du même ordre avec une puissance d'alimentation de quelques dizaines de watts.

Cette période vieille d'une année à peine était la période des records. On s'enorgueillissait, et à combien juste titre, de porter à des milliers de kilomètres, voire même d'être reçu aux Antipodes, avec des puissances au départ de l'ordre de la centaine de watts, mais l'on ne disait pas, dans l'ivresse de ces sensationnelles performances, qu'il était rigoureusement impossible, dans presque tous les cas, de les reproduire avec certitude après les avoir réalisées une fois. Les postes à ondes courtes d'amateurs permettaient de faire du sport et un sport passionnant mais on ne pouvait pas compter sur eux pour écouler commercialement du trafic. Dès 1925 des recherches très intéressantes furent d'ailleurs faites, en particulier par MM. Colmant et Beauvais, pour essayer de dégager des lois pour la propagation des ondes courtes et pour voir dans quelles conditions un trafic était possible entre deux points déterminés. Des recherches analogues étaient simultanément faites par les milieux industriels directement intéressés à voir ce que pouvaient commercialement donner les ondes courtes, recherches dont nous parlons plus loin. Il y a lieu de noter, en effet, que pendant que les amateurs se livraient aux douceurs du sport radio-télégraphique les milieux officiels et les milieux industriels ne restaient pas inactifs.

Les milieux officiels, sous la haute direction du général Ferrié, faisaient simultanément des études théoriques et des montages pratiques. Au point de vue purement théorique nous citerons les essais du Commandant Chaulard sur l'onde de quarante-cinq mètres et sur celle de neuf mètres. Les premiers eurent lieu à dater d'avril 1923 et avaient pour objet l'étude d'une onde dont le rayonnement au départ était dirigé vers le haut et suivant un angle d'une trentaine de degrés avec l'horizontale. Les émissions sur neuf mètres furent commencées en avril 1924 et durent encore.

En même temps M. Mesny entreprenait une série d'études dont les premières remontaient à 1921 et qui se traduisirent par les réalisations suivantes. Création d'un poste de radio-téléphonie destiné aux avions et marchant sur l'onde de cinquante mètres. Réalisations d'émetteurs donnant des ondes de l'ordre du mètre dont nous parlerons plus loin et grâce auxquels on put faire de la radio-téléphonie à des distances de quelques kilomètres. Mise au point à dater de 1923 d'un poste à ondes courtes d'une puissance de cinq kilowatts qui fut reçu dans de bonnes conditions à Djibouti, à 6.000 kilomètres de distance. Un poste identique fut installé à la colonie fin 1924 et une inter-communication tout à fait régulière fonctionna dès cette date entre la France et la côte de Somalis. M. Mesny étudie en ce moment des ondes de trois à quatre mètres destinées à être réfléchies dans une direction donnée.

En avril 1924 le poste de la Tour Eiffel fit des essais sur 115, 50 et 25 mètres de longueur d'onde et émit ensuite régulièrement sur 115 m. ; les ondes 50 et 25 ne paraissaient pas très favorables pour les réceptions à longue distance, peut-être à cause de la situation spéciale de la station qui émet en souterrain avec des masses métalliques absorbantes à proximité. Ces émissions furent faites avec diverses antennes ainsi que nous le dirons plus loin. Actuellement on a abandonné l'onde 115 m. pour prendre l'onde de 75 m. et l'on émet régulièrement 5 télégrammes météorologiques chaque jour sur cette onde.

Enfin, pour être complets et ne rien omettre des réalisations officielles dans le domaine des ondes courtes nous citerons encore les appareils militaires récents émettant sur 50 m. et qui ont donné aux manœuvres toute satisfaction. Ce matériel a été étudié par MM. Lecroart et Descarssin,

Digitized by Google

sous la direction du commandant Jullien. L'un de ces postes était monté sur la camionnette représentée par la fig. 112 et permettait des liaisons entre camionnettes pendant la marche de ces véhicules.

et nous reviendrons sur les principaux et les plus curieux résultats actuellement acquis.

Il nous reste, pour achever ce rapide historique, à résumer les résultats obtenus par les sociétés privées de T. S. F. qui, elles aussi, ont fait de

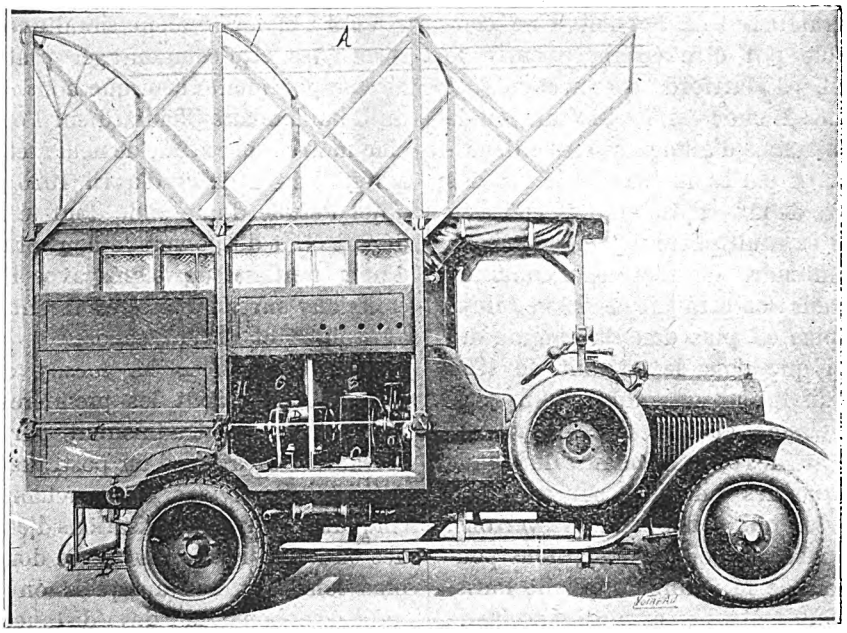


Fig. 112. — Vue de la camionnette militaire équipée avec un poste à ondes courtes donnant la gamme 50.100 mètres. On remarquera sur le toit de la voiture l'antenne formée d'une nappe à 4 brins soutenue par un bâti de bois et sous la carrosserie le contrepoids qui est l'image de l'antenne. On a simplifié depuis cette antenne. Ce sont les émissions du poste monté dans cette camionnette et transmettant en marche avec une puissance de l'ordre de 200 watts qui ont été entendues en haut-parleur à Hanoï.

Nous citerons enfin la réalisation d'émissions météorologiques faites pour l'office national météorologique, par des navires (*Jacques Cartier* et *Jeanne d'Arc*) sur ondes courtes et aussi par des postes du Nord de l'Afrique (Casablanca et Tunis). Il a été possible, grâce aux renseignements recueillis et fournis par ces postes, de faire la carte météorologique de l'Atlantique et même du Pacifique et d'être ainsi beaucoup mieux renseigné sur la prévision du temps. Seuls des postes à ondes courtes permettaient de réaliser les portées nécessaires sans obliger à des frais et à des encombrements prohibitifs surtout pour des stations de navires. Nous parlerons plus en détail de ces émissions à propos de la propagation des ondes courtes.

Les colonies, elles aussi, font ou vont faire des ondes courtes. En Indo-chine on a fait d'intéressantes émissions notamment à Hanoï pour réaliser à peu de frais la liaison téléphonique Hanoï-Saïgon. Les émissions d'Hanoï ont été entendues en Europe

nombreuses recherches et commencent à utiliser industriellement les ondes courtes. Les grandes Compagnies de T. S. F. ont installé dès 1924 des postes à ondes courtes d'une puissance d'alimentation de l'ordre de 10 kilowatts à Clichy et à Sainte-Assise. Des essais prolongés ont eu lieu d'abord sur des ondes de longueur supérieure à 50 m. puis sur des ondes dont la longueur était de l'ordre de 40 et de 20 m. On a diminué progressivement la longueur d'onde ainsi que nous le dirons plus loin pour essayer de gagner le plus possible sur les émissions de jour, les ondes voisines de 100 m. ne passant guère que la nuit.

Des résultats encourageants furent obtenus avec Buenos-Aires et les États-Unis et, depuis octobre 1925, Sainte-Assise fait un trafic régulier chaque nuit avec l'Amérique du Sud, tantôt sur quarante-trois mètres, tantôt sur vingt-trois. Il semble qu'on puisse compter sur les ondes courtes non pas pour supplanter les ondes longues mais pour les

Digitized by Google

doubler et prendre à certaines heures une partie de leur trafic.

Si on cherche à résumer cet historique sommaire des ondes courtes on peut dire que 1921, 1922 et 1923 ont été des périodes de tâtonnement et que depuis un an ou deux on commence à entrer dans la voie des réalisations. L'on a pu, en effet, en 1924 et 1925, réaliser des liaisons quotidiennes entre l'Europe et l'Amérique, jeter les bases, ainsi que nous le dirons plus loin, d'un réseau radio-télégraphique colonial à ondes courtes dont la première liaison, Paris-Djibouti, marche de façon parfaitement régulière. On a pu aussi faire de la météorologie à grand rayon d'action et réaliser toute une série d'appareils militaires qui ont un aussi bon fonctionnement que les appareils à ondes longues et présentent une parfaite sécurité d'emploi. Il reste encore beaucoup à faire pour faire rendre aux ondes courtes tout ce qu'elles peuvent donner mais on sent nettement que l'ère des réalisations est ouverte et que ces ondes ne sont plus, comme il y a peu d'années, du domaine du laboratoire et de l'expérimentation pure.

Avant de donner quelques détails plus circonstanciés sur les résultats actuellement acquis et sur ceux que l'on espère obtenir nous allons donner quelques précisions sur la production, la propagation, la réception des ondes courtes dans la gamme de 15 m. à 115 m.

3. *Production des ondes courtes.* — Les ondes courtes ont été jusqu'ici exclusivement produites par des dispositifs à lampes. Les montages ordinaires déjà réalisés pour l'émission des ondes longues conviennent aussi pour réaliser la gamme des ondes courtes. Il faut naturellement que les constantes électriques des différents éléments du montage soient appropriées à l'onde que l'on veut émettre. Il faut tenir compte aussi des capacités parasites comme celles qu'apporte la lampe elle-même. M. Mesny a employé avec succès un montage dit symétrique et qui avait déjà été indiqué par Eccles et réalisé aux armées. Ce montage est donné par le schéma de la figure 113, il a l'avantage de cantonner le courant haute fréquence dans les circuits oscillants A et B et d'éviter l'emploi de bobines de choc qu'un montage à une lampe ou à plusieurs lampes en parallèle nécessite si l'on veut éviter le passage de ces courants dans les fils réunissant le filament à la grille et à la plaque.

Il y a souvent intérêt, si l'on veut beaucoup de constance dans les caractéristiques du poste, à chauffer le filament par accumulateurs. Les plaques seront alimentées soit directement à haute tension (jusqu'à 10.000 volts et même davantage), par des machines à courant continu construites pour ce voltage, soit par de l'alternatif redressé ou non. Dans le premier cas on obtient par un filtrage convenable des résultats presque aussi bons qu'avec des courants continus, dans le deuxième cas on

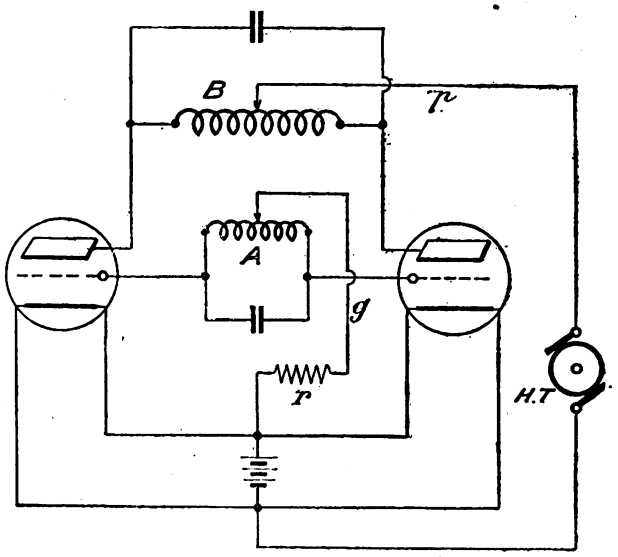


FIG. 113. — Montage symétrique d'un poste émetteur à lampes.

A. B. — Circuits oscillants.

p. g. — Fils de connexion joignant respectivement les plaques et les grilles aux filaments.

r. — Résistance de grille.

L'antenne et le contrepoids (ou la terre) peuvent être fixés, par exemple, en deux points convenablement choisis de l'inductance de plaque (Montage du poste de Djibouti).

émet une onde entretenue modulée à la fréquence du courant d'alimentation, ce qui permet de la recevoir comme une onde amortie sans avoir besoin d'un émetteur local auxiliaire (hétérodyne). M. Mesny a employé le montage symétrique pour des émissions radio-téléphoniques ; il substitue à la résistance de grille du schéma de la figure 113 la résistance intérieure d'une lampe sur la grille de laquelle il fait agir un circuit microphonique par l'intermédiaire d'un transformateur. Cette modulation lui a donné de bons résultats sur des ondes dont la longueur a varié de 2 à 50 m. (fig. 114).

Une difficulté spéciale pour l'émission des ondes de très haute fréquence réside dans la fragilité du verre des lampes soumises à ce régime. Des lampes qui supportaient parfaitement l'émission d'ondes plus longues périssent rapidement par fusion du verre lorsqu'on leur fait débiter un courant à fréquence très élevée correspondant aux ondes très courtes. Il est à noter à ce point de vue qu'il passe entre grille et plaque des courants haute fréquence dont l'intensité peut aller jusqu'à un nombre relativement important d'ampères. Cette fragilité spéciale des lampes s'est fait particulièrement

Digitized by Google

sentir au moment de la réalisation des premiers postes puissants, notamment du poste de 5 kilowatts de Djibouti.

On a pu y parer par une construction spéciale et les postes du réseau colonial n'ont plus à souffrir

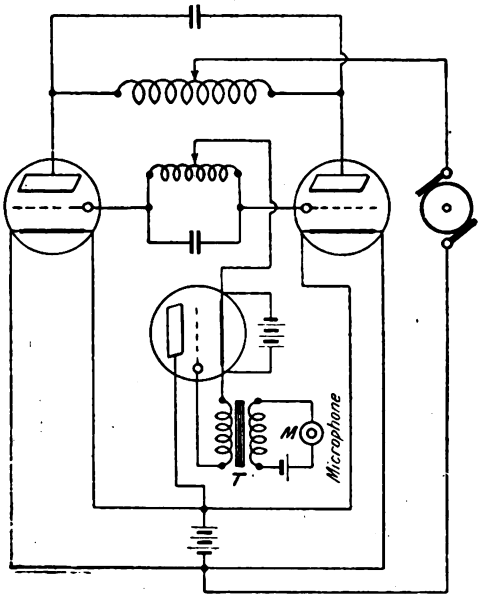


Fig. 114. — Montage symétrique pour émission radiotéléphonique. La résistance de grille est remplacée par la résistance intérieure (intervalle filament plaque) d'une lampe dite modulatrice. Cette résistance change lorsqu'on fait agir un microphone M sur la grille de la lampe modulatrice par l'intermédiaire d'un transformateur T. Ce montage a été réalisé pour la première fois par M. Beauvais.

pour le moment de cet inconvénient.

Deux questions très importantes se sont posées dès que l'on a voulu réaliser industriellement des postes à ondes courtes. La première est celle de la constance de la fréquence, la seconde celle de la nature de l'antenne. Lorsqu'on reçoit une onde longue (par exemple une onde de 3.000 m. correspondant à la fréquence 100.000) on la fait battre avec une hétérodyne émettrice locale dont la fréquence pourra être de 101.000, pour que la différence de fréquence qui correspond au son que l'on entend soit 1.000 par exemple. Si l'on admet qu'une variation de fréquence de l'ordre de 100 commence à être gênante pour une bonne réception il en résulte qu'on pourra admettre pour l'onde de 3.000 m. des variations de fréquence inférieures au 1/1000e de cette fréquence. Mais si l'on fait le même raisonnement sur l'onde de 50 m. qui correspond à la fréquence 60.000.000, on voit que c'est à 1/60.000e près que la fréquence devra être réglée. La moindre variation dans le chauffage, la moindre déformation de l'antenne, l'approche du corps d'un opérateur pourront donner des variations de fréquence de cet ordre et le correspondant aura grande difficulté à ne pas perdre la réception. Dès que l'on a voulu faire du trafic commercial la nécessité est donc apparue d'un régulateur de fréquence qui n'était pas nécessaire pour l'émission d'ondes longues. On a envisagé plusieurs dispositifs. On a cherché dans certains montages à commander la grille de la lampe puissante par un émetteur pilote de faible puissance et dont on pouvait mettre plus facilement les divers éléments à l'abri de toute perturbation. La compagnie Radio-France emploie à Sainte-Assise un régulateur très ingénieux et extrêmement efficace dont la figure 115 donne le schéma. E est le circuit oscillant dans lequel débite la lampe de la station. Sur ce circuit agit un circuit R légèrement désaccordé et dont l'inductance est en partie enroulé sur un noyau de fer divisé F. Par ailleurs l'émission de la station est reçue par un récepteur Rc qui, battant avec un émetteur local très stable, donne dans le circuit C des fréquences réglées à 5.000 périodes par seconde quand l'émetteur E émet son onde normale. Le circuit oscillant C a une période propre qui diffère de 5.000, de 100 à 150 périodes.

Lorsque la fréquence de E varie, le courant basse fréquence du circuit C subit des variations importantes, lesquelles, amplifiées par la triode A, agissent sur le chauffage du diode D et finalement ont pour effet de changer la saturation du fer F. L'inductance de R et par suite le courant qui traverse ce circuit subit alors des variations importantes, il en résulte une variation importante également de l'action de R sur E. Il suffit de disposer les montages de

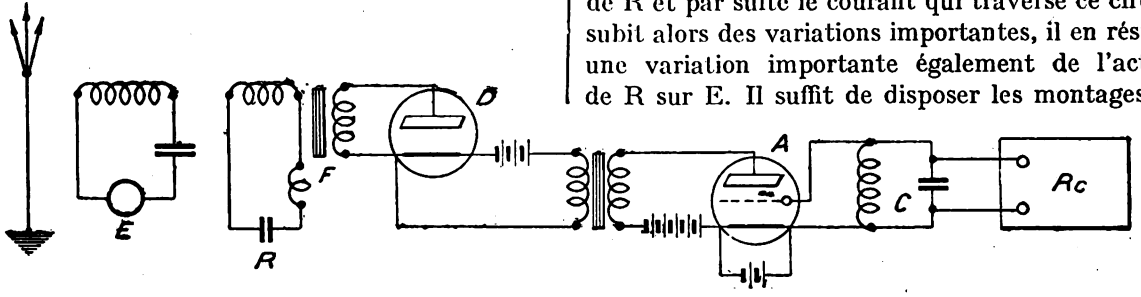


Fig. 115. — Régulateur de fréquence modèle S. F. R.

telle sorte qu'une diminution de la fréquence émise agisse sur la saturation du fer F dans le sens voulu pour qu'il en résulte une diminution apparente de l'inductance de E. Ce régulateur donne entière

Digitized by Google

satisfaction, il rattrape notamment la variation relativement importante de la fréquence qui peut être due aux déformations de l'antenne sous l'action du vent. On peut parer par ailleurs à ce genre de variation en employant des antennes absolument rigides lorsqu'on émet, comme on a actuellement tendance à le faire, sur des antennes à faible développement.

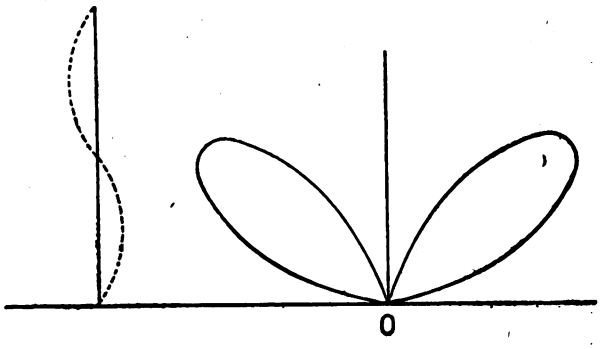


FIG. 116. — L'antenne représentée à gauche et qui vibre en onde entière a un diagramme d'émission représenté à droite et que l'on obtient en portant sur des vecteurs issus de O des longueurs proportionnelles à la valeur du champ rayonné à distance.

La question de la nature de l'antenne est une de celles qui ont donné lieu aux plus importantes recherches lors de la réalisation des ondes courtes de quelque puissance.

Nous laisserons de côté pour en parler plus loin, à propos des ondes de l'ordre du mètre, la question des antennes dirigées, mais nous dirons un mot des recherches faites et des théories émises pour justifier l'emploi soit d'antennes élevées, soit d'antennes basses. Pour l'émission des ondes longues, on employait des antennes dont la longueur du brin élémentaire représentait en général un peu moins du quart d'onde. Quand on a fait usage d'ondes de plus en plus courtes on a eu tendance, tout d'abord, à garder des antennes de longueur approximativement égale au quart de la longueur d'onde, mais ces antennes devenant de plus en plus courtes on s'est demandé s'il n'y aurait pas avantage, au point de vue du rayonnement, à émettre sur antennes longues, étant donné surtout que l'on avait ces antennes à sa disposition. La Tour Eiffel la première fit des essais méthodiques d'antennes lorsqu'elle émit en 1924 pour la première fois son onde de 115 m. Cette onde était simultanément émise sur une petite antenne fonctionnant en 1/4 d'onde et sur la grande antenne de la Tour dont le brin élémentaire avait 350 m. Les résultats de l'écoute de ces deux sortes d'émissions ne furent pas concluants. En général, les correspondants donnaient la préférence à la grande antenne, mais sans qu'il y ait de supériorité très nettement marquée, et ce qui le prouvait c'est que beaucoup de correspondants trouvaient l'émission sur petite antenne meilleure.

On a eu tendance depuis, étant donné le prix de l'installation et de l'entretien d'une grande antenne, à n'en pas réaliser là où il n'en existait pas lorsqu'on installait un poste à ondes courtes. C'est ainsi que le poste d'Issy-les-Moulineaux qui travaille avec Djibouti est parfaitement entendu à 6.000 kilomètres et même bien au delà (Hanoï et Nouméa) avec une antenne filiforme de quatre mètres de haut. Meissner a admis que tout poste à ondes courtes rayonnait deux ondes, une onde de surface rapidement absorbée par le sol et une onde d'espace qui seule portait loin. Il conseille des antennes élevées pour dégager au départ l'onde d'espace du sol. Des essais ont été faits dans ce sens à Sainte-Assise où l'on disposait de pylônes de 250 m. L'antenne utile se composait de la partie élevée de cette antenne et l'on annulait le rayonnement de la partie qui descendait au poste en la constituant par deux fils dont les effets à distance se détruisaient. Il n'a pas semblé que ce dispositif donnât des résultats meilleurs qu'une antenne basse. Il nous reste, pour être complet, à dire un mot des antennes spéciales dont Van der Pol nous a donné la description et qui ont été étudiées notamment par le commandant Chaulard pour la propagation à distance de l'onde de 45 m. Ces antennes sont disposées pour produire un rayonnement en hauteur et dégager ainsi l'onde du sol qui a tendance à l'absorber d'autant plus vite qu'elle est plus courte. Le principe du montage

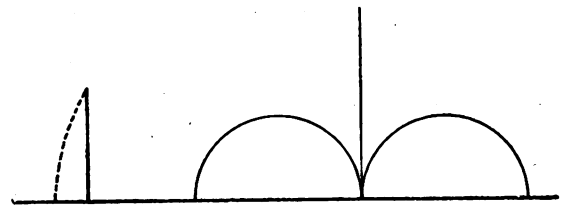


FIG. 117. — Antenne ordinaire vibrant en quart d'onde, à droite diagramme du champ rayonné à distance et dans toutes les directions par une telle antenne.

est le suivant (fig. 116). Si au-dessus d'un sol parfaitement conducteur on dispose une antenne vibrant par exemple en onde entière avec un nœud d'intensité au sol on voit facilement que dans le plan horizontal, les effets des deux demi-ondes se retranchent et que le rayonnement dans ce plan est nul. Au fur et à mesure que l'on s'approche de la verticale, une différence de marche de plus en plus importante existe entre les deux moitiés de l'onde et l'on a le diagramme d'émission représenté par la figure alors qu'une antenne vibrant en 1/4 d'onde avec ventre d'intensité à la base donne lieu à un dia-

Digitized by Google

gramme très différent indiqué par la figure 117 et qui correspond à un rayonnement maximum le long du plan horizontal passant par le pied de l'antenne.

Comme conséquence de ces deux diagrammes et des théories actuellement admises pour la propagation (couche d'Heaviside, réflexion ou réfraction sur la couche supérieure ionisée de l'atmosphère), l'antenne en 1/4 d'onde doit donner lieu à une réception régulièrement décroissante avec la distance, au contraire l'émission rayonnée par l'antenne vibrant en onde entière doit être reçue à grande distance et ne pas être entendue dans une zone dite de silence et située plus près du pied de cette antenne. Toutefois cette zone ne commence, comme nous le verrons plus loin, qu'à quelque distance du poste émetteur. Le commandant Chaulard n'a pas pu, à cause du manque de correspondants réguliers, vérifier de façon absolument certaine ces résultats. Il a eu cependant des indications suffisantes pour avoir l'impression que les choses se passaient bien ainsi que les considérations ci-dessus le laissaient prévoir.

Au point de vue pratique on a tendance actuellement à émettre en ondes courtes avec des antennes quelconques et d'un très faible développement. On économise ainsi des frais très importants dans l'établissement des stations qui n'ont plus besoin de pylônes, très onéreux d'achat et d'entretien.

On emploie d'une façon générale avec ces courtes antennes des contre-poids qui sont l'image de l'antenne et non plus des prises de terre. L'usage d'antennes de faible dimension permet aussi de n'avoir pas à craindre des déformations qui pourraient modifier la fréquence.

Nous terminerons ce que nous avons à dire sur la production des ondes courtes en parlant des puissances à prévoir et de la rapidité de manipulation.

La question de la puissance que l'on mettait pour ainsi dire de côté au début des émissions sur ondes courtes n'a rien perdu de son importance. On a eu, à l'origine des recherches, des résultats tellement remarquables avec des puissances qui semblaient négligeables que l'on a eu tendance à dire que la puissance du poste émetteur n'avait plus aucune importance et que la portée était en quelque sorte indépendante de la puissance, il est arrivé aussi que des récepteurs saturés ou fonctionnant par tout ou rien quand la réception est suffisante ne donnent pas mieux, même à grande distance, quand la puissance de l'émetteur était accrue. En réalité pour les postes à ondes courtes comme pour les autres, si l'on veut plus de sécurité dans la réception, et si l'on veut en particulier faire de l'émission rapide et de la réception automatique, il y a intérêt à augmenter la puissance. Pour le moment les postes officiels les plus puissants sont alimentés sous 4 à 5 kilowatts. C'est le cas du poste météorologique de la Tour et du poste qui travaille avec Djibouti. Les postes de l'industrie, comme celui de Sainte-Assise, fonctionnent avec une et bientôt avec deux lampes de dix kilowatts. On projette dans les services de la télégraphie militaire un poste de 25 kilowatts et on sera amené aussi à émettre avec cette puissance quand on voudra utiliser dans l'industrie des émissions automatiques fonctionnant dans de bonnes conditions.

Les émissions rapides, avec des postes à ondes courtes, ne se heurtent à aucune difficulté d'ordre mécanique. On cherche même à faire débiter ces postes plus vite encore que les postes à ondes longues (jusqu'à 300 mots par minute) pour profiter au maximum des heures relativement peu nombreuses où le trafic est possible, mais l'on est arrêté dans cette voie par un manque de puissance au départ, car pour réaliser des réceptions automatiques à grande vitesse il faut, comme l'on sait, d'autant plus d'énergie à la réception que l'on veut enregistrer plus vite (1). Si le trafic commercial à grande vitesse par des ondes courtes devait se développer, on serait certainement amené à augmenter notablement la puissance de ces postes, ce qui n'ira pas sans difficultés et ce qui réduira notablement l'un des avantages majeurs de ces sortes de stations, à savoir leur bon marché relatif comme installation et frais d'exploitation.

(A suivre.) Commandant METZ.

LES LABORATOIRES D'ENTOMOLOGIE APPLIQUEE EN ITALIE

L'Italie fut un des premiers pays à organiser des laboratoires d'Entomologie appliquée. Dès 1872, Targoni-Tozetti créait à Florence une importante station royale de recherches sur les parasites animaux des végétaux. Après un développement progressif effectué au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de problèmes posés, les services de recherches d'entomologie viennent de faire l'objet, dans ces dernières années, d'un très gros effort de la part de l'État et des provinces, effort marchant de pair avec une impulsion également

(1) Dans les réceptions à très grande vitesse le courant de réception correspondant à chaque signal n'a plus le temps, en effet, d'atteindre la valeur qu'il aurait en régime permanent et tout se passe comme si le courant pratiquement utilisable à la réception correspondait à une émission de puissance inférieure à la puissance réellement utilisée au départ.

Digitized by Google

toute particulière donnée en ce moment à toutes les études visant les différentes branches des sciences agronomiques.

Ayant eu l'occasion de visiter les divers laboratoires d'entomologie, grâce à l'aide de l'Institut des Recherches Agronomiques et de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, nous avons

FIG. 118. — Carte de l'Italie montrant la distribution des Stations Royales d'entomologie et des « Observatoires phytopathologiques ».

pu relever un certain nombre de points importants pour nous à connaître, tant en ce qui concerne l'organisation des travaux que les derniers résultats acquis. (1)

Organisation générale actuelle des services d'Entomologie appliquée en Italie

Aux deux Stations royales d'entomologie de Florence et de Portici (environs de Naples) et aux laboratoires de zoologie des cinq écoles d'agriculture de Milan, Bologne, Perouse, Portici et Pise, les deux derniers en cours de réinstallation dans la banlieue des villes, viennent d'être ajoutés récemment toute une série de laboratoires régionaux appelés « Observatoires phytopathologiques ».

Leur rôle est d'assurer la liaison, d'une part, entre les stations royales spécialisées uniquement dans la recherche et s'attaquant aux problèmes généraux intéressant tout le pays, et, d'autre part, les agriculteurs. Ils adaptent les conclusions générales de travaux d'ensemble faits dans les stations royales aux besoins propres de chaque province, effectuent les mises au point d'après les caractères climatériques, les habitudes de la population, le mode de constitution de la propriété, propres à chacune d'elles. En même temps, ils entreprennent les recherches sur les sujets locaux et contribuent à l'occasion à des travaux généraux faits en collaboration par plusieurs services. Le contrôle sanitaire des plantes, soit pour le transit de province à province, soit pour l'exportation leur est aussi confié.

A part diverses stations d'origine plus ancienne, comme celles de Turin, de Casale-Montferrat par exemple, organisées depuis un certain temps déjà, à titre d'essai, par des provinces avec le concours de l'État et de groupement particuliers, la grande majorité des laboratoires phytopathologiques italiens est de date récente ; leur répartition est telle que leur ensemble constitue un réseau régulier et fort complet de centres d'observations homogè-

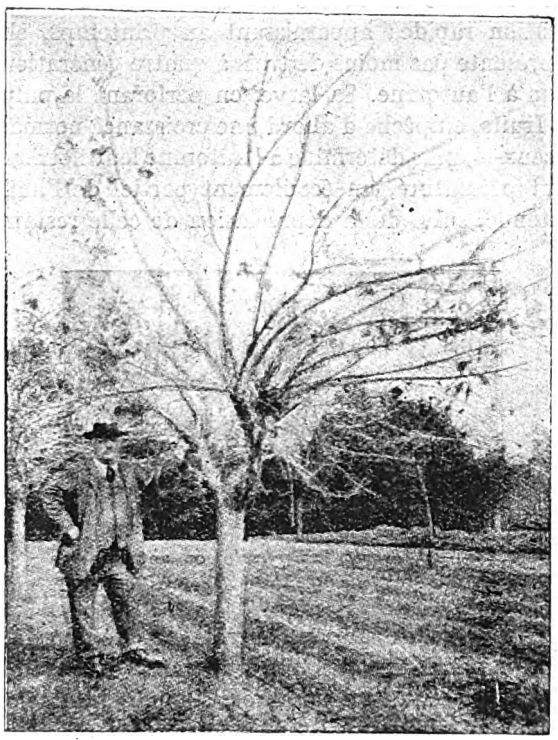


Fig. 119. — Mûrier tué par le *Diapsis pentagona* (Photo Berlese).

nement établi sur tout le territoire ainsi que le montre la carte ci-jointe (fig. 118).

Les observatoires phytopathologiques comprennent en général comme locaux : un laboratoire pour le directeur ; une salle de travail pour ses adjoints, avec bibliothèque, matériel d'observation ou d'étude, collections pour l'identification des échantillons, une pièce pour les élevages, la

(1) L'étude détaillée, paraîtra dans le bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale.

**

Digitized by Google

mise d'échantillons en observation, les cultures; enfin un emplacement pour la photographie. Un jardin adjoint permet les observations biologiques dans les conditions de la nature et l'expérimentation sur les plantes.

Les principaux problèmes à l'ordre du jour

Un des plus importants est celui de la Mouche de l'olive, la production de l'huile d'olive atteignant le quarantième de la production agricole de l'Italie, et les dégâts causés par la Mouche se traduisant certaines années, suivant les régions et les conditions climatériques, par des pertes variant de 50 à 80 % des récoltes. En moyenne, on compte un million d'hectolitres de perdus, soit 500 millions de lires, le chiffre étant à doubler si l'on tient compte de la dépréciation de l'huile restante, la dévalorisation des propriétés plantées en oliviers, et l'exode de la population rurale en résultant.

La Mouche de l'olive est un insecte à multiplication rapide; apparaissant au printemps, elle ne présente pas moins de trois à quatre générations jusqu'à l'automne. Sa larve, en perforant la pulpe des fruits, empêche d'abord une croissance normale de ceux-ci, puis détermine à l'automne leur flétrissement prématuré, un écoulement partiel de l'huile contenue, suivi de la dépréciation de celle restant.

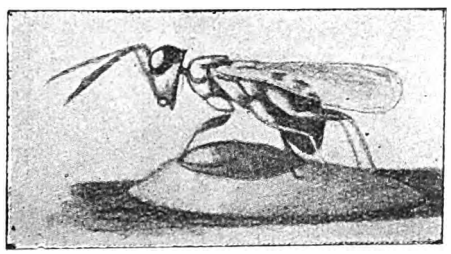


Fig. 120. — *Prospaltella Berleseli* pondant dans une Cochenill blanche du mûrier (D'après Berlese).

Les recherches ur son contrôle ont été abordées en Italie par deux voies très différentes, et il semble que ce soit dans un compromis modifiable selon les lieux et les circonstances, entre les solutions fixées par chacune d'elles, que se trouve la véritable technique répondant aux possibilités de la culture.

A la Station de Portici, le Professeur Silvestri, déjà bien connu pour ses recherches sur les insectes entomophages, envisage principalement la question de l'importation de parasites africains de la Mouche de l'olive, la dite mouche probablement d'origine nord-africaine, étant beaucoup plus parasitée sur la rive méridionale de la Méditerranée, qu'elle ne l'est sur la rive septentrionale, les parasites de nos pays étant restés toujours très peu actifs à son égard.

Le programme des acclimatations, après une étude fort longue, est actuellement en cours de réalisation, mais son exécution est des plus délicate car il faut opérer sur des nombres de parasites très importants, les élevages artificiels étant peu commodes, sinon impossibles, et les cycles évolutifs de la Mouche dans les pays exportateurs et importateurs

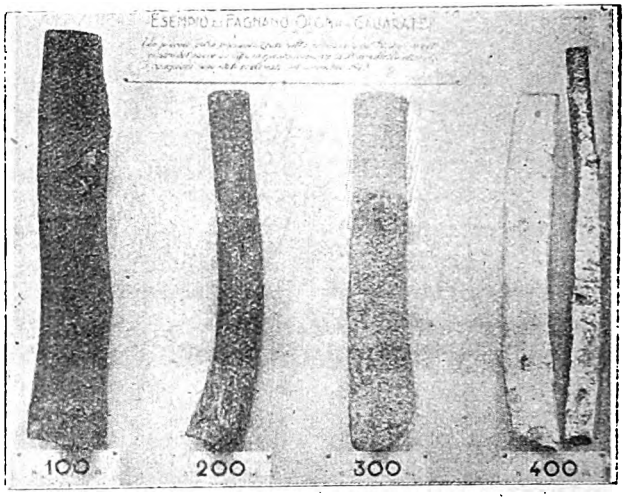


Fig. 121. — Comment à 100, 200, 300 et 400 m. autour d'un centre d'introduction de la *Prospaltella*, les branches des mûriers se trouvent progressivement débarrassées des *Diaspis pentagona* (Photo Berlese).

ne cadrant pas toujours exactement; d'où aléas pour l'établissement des parasites importés, par suite de décalages possibles entre les périodes d'éclosion de parasites et celles d'abondance d'hôtes en état de réceptivité.

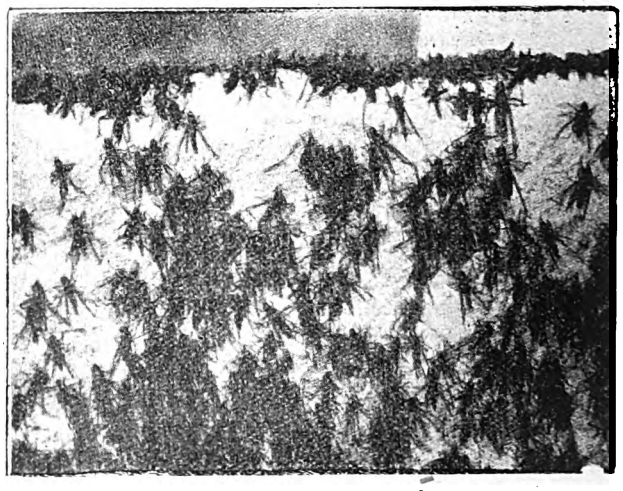


Fig. 122. — Bande de criquets franchissant un mur

L'opération, si elle est riche en promesses n'en est donc pas moins très hasardeuse et à son sujet, on ne peut qu'admirer la persévérance mise par

Digitized by Google

le Professeur Silvestri pour arracher à la nature, un à un, ses secrets et vaincre ou contourner les multiples obstacles qu'elle oppose à la réalisation de ces programmes hardis.

Un premier essai devait avoir lieu en 1914 et 1915 ; la guerre l'interrompit. Un second fut repris

Fig. 123. — Pulvérisateur à dos muni d'une lance donnant un jet de forme réglable en cours de travail et permettant de traiter des arbres de dimensions très diverses.

en 1920 ; il porta sur des nombres de parasites assez faibles, probablement pas encore suffisants pour espérer des acclimatations ; il ne faut pourtant pas désespérer du résultat.

Le fonctionnement des limitations parasitaires est si capricieux qu'une espèce semblant disparue après un premier examen, peut fort bien être en voie d'établissement, et, d'autre part, même bien acclimaté, on ne peut dire à coup sûr, à part des présomptions sérieuses, si un parasite présentera, dans tout nouveau pays où il est introduit, l'activité qui l'avait fait rechercher, une moindre ou une supérieure. Il y a en dernier lieu, dans les essais, une question de chance à courir que seules des réalisations peuvent résoudre.

De son côté, à Florence, le Professeur Berlese, effectue les recherches sur l'emploi d'insecticides.

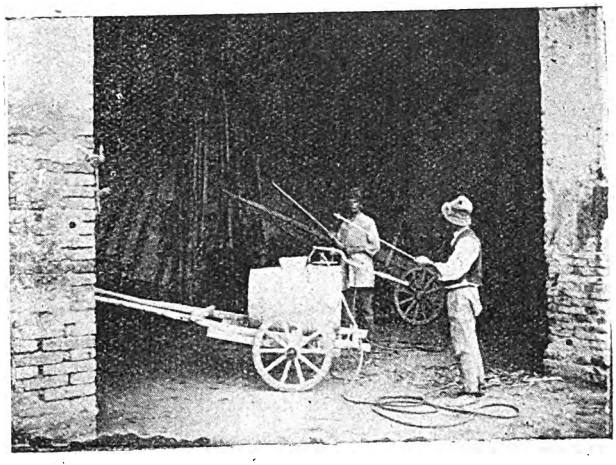


Fig. 124. — Pulvérisateur à grand travail utilisé dans les vergers de la plaine lombarde. Le chariot est tiré par un cheval entre les rangées d'arbres ; un servant actionne la pompe à levier, deux autres tenant les lances traitent les arbres situés à droite et à gauche.

Le procédé essayé est basé sur l'empoisonnement des Mouches adultes avant leur ponte, soit en disposant, dans les olivettes, des bassines contenant du liquide sucré toxique les attirant puis les empoisonnant, soit en pulvérisant de temps à autre le même liquide sur les branches. L'observation des mœurs de la Mouche permit de fixer les époques les plus opportunes pour opérer le nombre des applications à adopter, les formules à employer et la répartition des pulvérisations à effectuer dans les plantations. Les premiers essais sont encourageants et laissent bien augurer de l'avenir du pro-

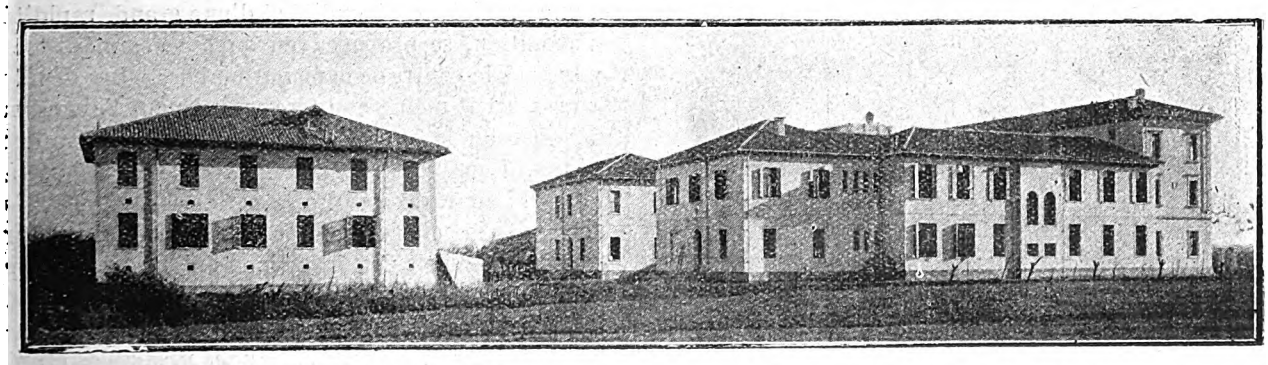


Fig. 125. — Nouvel Institut séricicole de Padoue vue sur une de ses façades latérales ; à droite les laboratoires, les salles de travaux et les salles de collection ; à gauche la magnanerie vue de coté.

Digitized by Google

cédé, mais il faut savoir si les frais de pulvérisation seront toujours couverts par une plus-value de récolte dans toutes les propriétés et tous les ans, c'est ce que des expériences faites en grand et suivies pendant de nombreuses années permettront seules de préciser.

est celui de la Cochenille blanche du Mûrier *(Diaspis pentagona)*, insecte d'origine asiatique qui, pullulant par légions sur les ramilles et les troncs de Mûriers, par la multiplicité des piqûres faites, détermine en peu d'années la mort des arbres sur lesquels il vient à être apporté (fig. 118). Inconnue

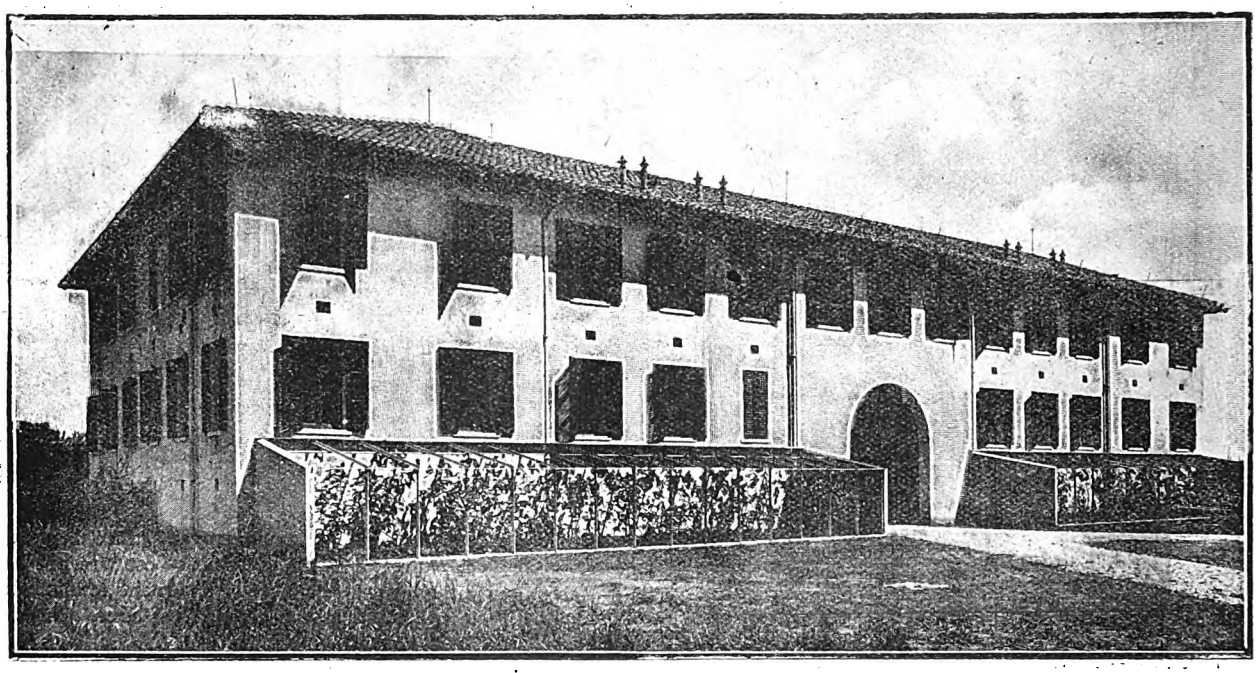


Fig. 126. La magnanerie du nouvel Institut de recherches et d'enseignement séricicole de Padoue.

On voit donc combien les deux procédés de contrôle, parasites d'une part, insecticides de l'autre, peuvent se compléter; suivant les circonstances la préférence sera à donner tantôt à l'un tantôt à l'autre.

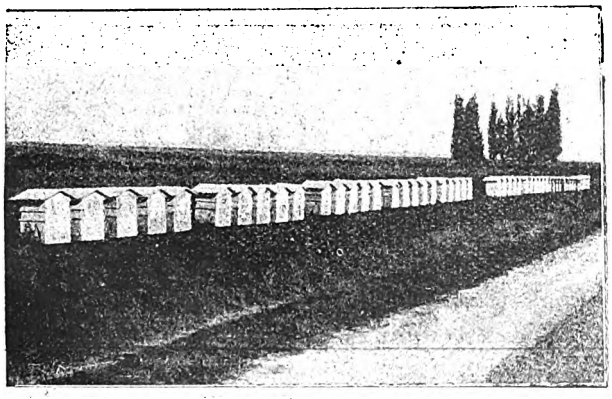


Fig. 127. — Ruches pour la sélection d'essaims (Photo Penna) dans la région de Bologne.

Un des autres grands problèmes posés dans ces dernières années par l'agriculture italienne, mais qui actuellement se trouve résolu plus complètement, encore, ou presque, chez nous, grâce à de sévères mesures de protection, la Cochenille blanche du Mûrier constitue toujours pour notre industrie de la soie une menace sérieuse vers laquelle notre attention doit constamment être tenue en éveil.

Introduite aux abords de 1880 en Italie, l'espèce, d'une prodigieuse fécondité et d'une grande rapidité d'évolution, se propagea en quelques années très vite dans le centre de la plaine lombarde. Les dégâts causés firent même craindre un moment l'abandon définitif de la production séricicole en bien des points. L'emploi de pulvérisations insecticides à base d'huiles de goudron, permit d'endiguer le mal, mais la solution ne pouvait être définitive car le prix de revient des opérations s'élevait beaucoup trop haut.

On se tourna alors vers la recherche des parasites, et, les conclusions des études préalables étant favorables, successivement des Coccinelles et divers Hyménoptères entomophages furent introduits. Parmi les derniers apports, une espèce appartenant au second groupe, la *Prospaltella Berlesei* (fig. 120), acclimatée par le Professeur Berlese, fut reconnue particulièrement efficace sous le climat italien. Actuellement la Cochenille blanche du Mûrier

Digitized by Google

est en régression et les traitements ont pu cesser.

La question de la lutte contre les Sauterelles préoccupe beaucoup aussi l'Italie, son climat plus chaud rendant les dégâts plus communs et plus intenses que chez nous (fig. 112). Actuellement, le

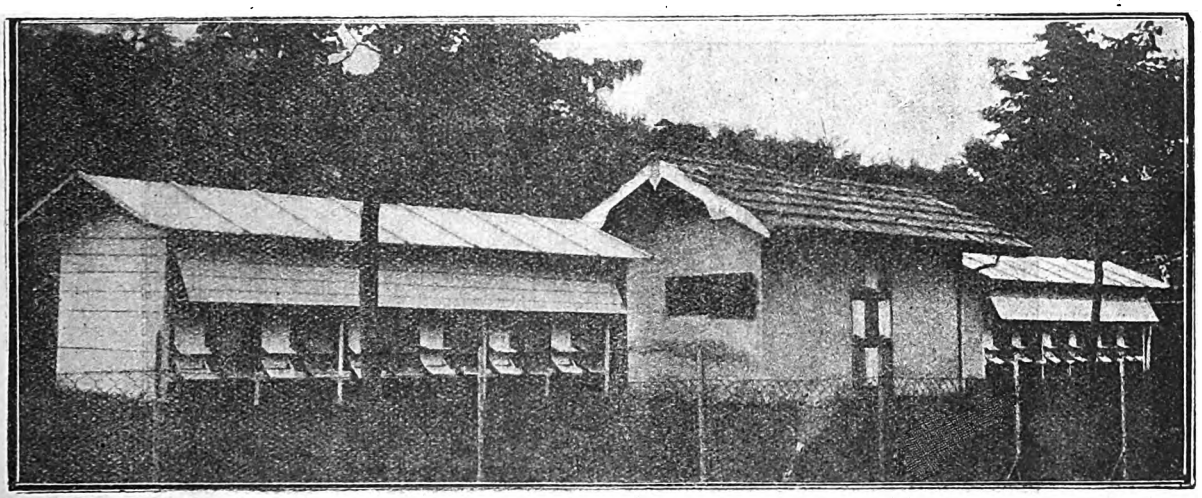


Fig. 128. — Groupe de ruches « éleveuses » et laboratoire de confection des « cupules d'élevage » dans un centre de production de reines, près de Bologne (Photo Penna).

procédé des appâts empoisonnés s'est généralisé ; par exemple, dans la seule province de Foggia sur la côte Adriatique, en 1918, 10.000 hectares furent envahis et 75 quintaux d'arseniate de soude, 740 quintaux de son durent être employés.

La Cochylis et l'Eudémis font comme chez nous des dégâts importants et l'étude des moyens de traitements artificiels est pousuivie dans des voies analogues à celles suivies en France.

Chose curieuse, dans les Vignes cultivées en treilles grimpantes dans les arbres, suspendues entre eux sous la forme de grands filets ou de pergolas, dispositifs utilisés en beaucoup de régions italiennes, des champs cultivés séparant ces rideaux de vigne, les dégâts des vers des raisins sont très réduits. Il semblerait, d'après certaines recherches, que le fait soit en étroit rapport avec une possibilité de maintien plus aisé des parasites dans de telles conditions de culture de la Vigne que dans les vignobles, points où la vigne seule existe, tous les autres végétaux étant relégués sur le pourtour des champs à une certaine distance des ceps. Ces documents confirmant certaines observations déjà faites en France, montrent que l'utilisation des insectes entomophages dans nos vignobles ne semble, au moins en l'état actuel de nos connaissances, pouvoir être poussée très loin, les techniques réclamées à cet effet, en particulier la disposition des plantes sauvages voisines des rangées de vigne, étant peu compatible avec les exigeances réclamées pour une culture intensive et conduite avec le minimum de frais.

Les cultures fruitières se développent chaque jour en Italie et un puissant courant d'exportation se dessine vers le pays de l'Europe Centrale. Pour l'accroître, on cherche à abaisser chaque jour les prix de revient et à améliorer la présentation des

Fig 129. — Capture dans un nucleus de fécondation d'une jeune reine élevée pour la vente.

marchandises. Dans le sud de la plaine lombarde, nous avons vu de nombreux et fort beaux vergers de Pommiers, Cerisiers, Poiriers, Pêchers conduits

Digitized by Google

industriellement. Les arbres sont de hauteur moyenne et les traitements se font à l'américaine avec des appareils à grand travail assurant une exécution parfaite avec le minimum de frais.

Pour être complet, il faudrait ajouter aux remarques esquissées ici de nombreuses autres concernant diverses cultures, comme celles des céréales, des agrumes, du riz, des arbres fruitiers, etc..., remarque peut-être moins primordiales que les précédentes, mais qui, se rattachant à des sujets intéressant des superficies considérables, ou se répétant chaque année, n'en ont pas moins une grande répercussion sur l'économie générale agricole de l'Italie. Nous nous bornerons toutefois aux quelques exemples précédents pensant qu'ils suffiront à donner, par leur variété, une idée de celle des sujets présentés et de celle des méthodes de travail envisagées pour chacun d'eux.

Fig. 130. — Parc de ruchettes pour l'élevage des reines dans la région bolognaise (Photo Penna).

***

A côté de la destruction des insectes nuisibles, se place l'élevage d'espèces utiles par les produits qu'elles nous fournissent, les principales étant en Europe, le Ver à soie et l'Abeille.

Le relèvement de la Sériciculture vient de faire, dans ces dernières années, de la part de l'État italien, l'objet d'un effort considérable; agriculteurs et filateurs envisageant que ce relèvement n'était possible que si l'on précisait et divulguait, au plus tôt, des techniques améliorées permettant de réduire considérablement les frais de main-d'œuvre entrant dans la production de la soie, de diminuer les aléas d'élevage dus aux maladies ou à une hygiène trop rudimentaire, et d'améliorer les rendements.

A cet effet, l'ancien Institut séricicole de Padoue vient d'être modernisé et rééquipé en matériel récent; complètement reconstruit sur un petit domaine aux abords de cette ville, il dispose maintenant de l'espace et des plantations nécessaires à un bon rendement du travail. L'Institut assume deux fonctions : l'enseignement et les recherches.

Par l'enseignement qu'il donne au moment des campagnes d'élevage, il contribue à former tous les ans un certain nombre de techniciens, de moniteurs qui pourront répandre dans les campagnes les procédés améliorés auxquels ils ont été initiés; en dehors des cours et des travaux pratiques suivis, les élèves groupés par deux ont à s'occuper de l'éducation complète de plusieurs lots de vers à soie de races différentes, la conduisant dans une pièce donnée en propre et dont, suivant leur estimation, ils règlent l'aménagement, la température et l'aération. Les résultats du travail comptent d'ailleurs dans leur classement de sortie.

Les recherches actuellement faites visent surtout l'étude des maladies, la sélection des races, l'alimentation rationnelle des vers... Des laboratoires de chimie, physiologie, bactériologie, une chambre frigorifique permettent d'aborder selon les cas les sujets les plus divers.

L'Institut de Padoue est complété par une école d'enseignement secondaire située à Ascoli Piceno (province d'Arcole) et envisageant plus spécialement en tant que recherches celles concernant le Mûrier : variétés, taille, culture, maladies, etc...

Parmi les progrès les plus remarquables, accomplis en ces dernières années par la sériciculture ita-

Digitized by Google

lienne, se place la diffusion rapide du système d'éducation dit sur « cavaillone », le cavaillone étant une sorte de bâti en branchages disposé en double pupitre, sur lequel, pour leurs derniers âges, moment où ils consomment le plus, les vers à soie sont élevés. Les rameaux sont posés directement sur ces pupitres sans aucun effeuillage préalable, d'où grande économie de temps, se chiffrant par un tiers des opérations habituelles d'élevage, dans la cueillette, un arbre étant dégarni de ses feuilles en moins de deux minutes, dans le transport et l'apport de la nourriture, économie accrue encore par une non obligation de délitages continuels comme avec le procédé des feuilles détachées posées sur claies. L'hygiène meilleure des vers assure, en même temps, une amélioration parfois importante des rendements en soie et réduit les pertes dues aux maladies.

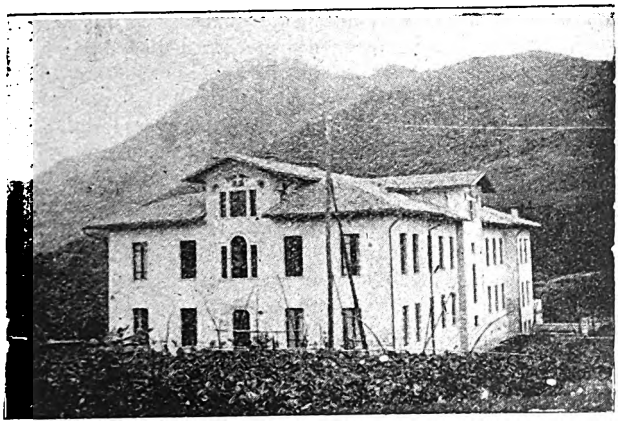


FIG. 131. — Nouveaux laboratoires de la Station de graniculture et de génétique de Rieti.

Une autre amélioration intéressante est la constitution de coopératives d'incubation et d'étouffage ; ces opérations délicates se trouvent ainsi effectuées par des spécialistes, et leurs frais mis en commun s'élèvent à un taux beaucoup moindre par intéressé. Les coopératives avancent aux cultivateurs une certaine somme à la réception des cocons, mais n'écoulent ceux-ci que peu à peu selon les demandes des marchés ; elles évitent ainsi les ventes forcées à bas prix lors des effondrements des cours causés au moment des récoltes par l'abondance d'une marchandise éminemment périssable, ventes forcées qui sont si préjudiciables au développement de beaucoup d'industries agricoles.

L'apiculture ne fait pas encore l'objet d'un service de recherches spécial ; nous en parlerons seulement pour signaler l'activité privée relevée dans cette branche, en particulier la constitution de grands ruchers d'élevage de reines, ruchers arrivant pour certains sur quelques hectares de terrain, et avec 1.800 à 2.000 ruches seulement, à produire de 8 à 10.000 reines par an. C'est un tour de force vraiment admirable que d'être arrivé avec un complexe biologique si peu maniable au premier abord que peut paraître une ruche, à obtenir tout élément désiré, au moment voulu, en toute sécurité et avec des frais réduits. Les techniques suivies sont dues à des contributions des biologistes de tous pays, mais ces réalisations sur une aussi grande échelle nous ont paru en tous points remarquables ; il est vrai qu'une vogue actuelle pour les reines de race italienne les a largement facilitées.

***

En ce qui concerne les recherches faites dans les autres branches des sciences agronomiques, nous avons pu relever en passant la même activité déployée que dans les services d'entomologie. Signalons seulement la Station de Céréaliculture de Rieti disposant de 22 hectares, avec de grandes fermes annexes placées sous différents climats italiens, organisée pour la sélection des céréales, principalement celle du blé, et faisant, non seulement la stabilisation de types nouveaux, mais encore l'étude de ces types au point de vue résistance aux climats, aux maladies, exigeances de sols, qualités des grains pour la panification ou la fabrication des pâtes alimentaires... afin de ne livrer au public que des éléments bien étudiés et dont toutes les caractéristiques permettant une utilisation immédiate et sûre ont été précisées.

Dans un but semblable, furent constituées les Stations de recherches sur les cultures de la Betterave à Rovigo, du Maïs à Bergame, des Légumineuses à Lodi, des Agrumes à Acireale, du Riz à Vercelli. Cette dernière, conçue sur un modèle un peu particulier, envisage à la fois les études sur les engrais, le matériel de culture, les variétés, l'hydraulique, l'hygiène des ouvriers, la génétique, les maladies et les insectes ; elle constitue un centre agronomique où toutes les recherches visant à un même sujet très spécial, ici le riz, sont coordonnées et conduites de pair au plus grand avantage du programme général tracé.

En conclusion, dans un regard d'ensemble nous voyons l'Italie organiser pour le mieux la mise en valeur de son territoire. Son climat chaud rend ses cultures particulièrement sensibles aux dégâts des insectes, aussi de tous temps ses préoccupations durent-elles être tournées du côté de cet élément de moindre rendement ou de pertes, mais actuellement une nécessité d'améliorer rapidement

Digitized by Google

sa production malgré des conditions parfois peu favorables, l'ont obligé à activer rapidement les recherches.

Nos productions agricoles très voisines des siennes sous bien des rapports, feront que parmi les derniers progrès accomplis par nos pays voisins, une attention toute particulière sera toujours à donner à l'Italie.

Fait à l'Institut des Recherches Agronomiques.

Bernard TROUVELOT,
Ingénieur Agronome, Docteur ès Sciences,
Préparateur à la Station Entomologique de Paris.

NOTES ET ACTUALITÉS

T. S. F.

Nouvelle méthode de mesure des résistances à haute-fréquence. — Les méthodes les plus communément employées pour la mesure des résistances à haute-fréquence sont la méthode par variation de résistance et la méthode par variation de réactance. Elles sont classiques; aussi, nous ne nous y attarderons pas. Nous ferons remarquer simplement qu'elles nécessitent l'emploi d'un appareil de mesure à haute-fréquence, ampèremètre ou voltmètre, appareil délicat dont le seul usage est presque uniquement réservé au laboratoire.

Nous allons donner ici la description d'une nouvelle méthode qui s'affranchit de cette sujétion et qui peut par suite être employée par un amateur ne disposant pas d'une installation compliquée. Son principe est le suivant : Considérons (fig. 132) une source de courant à

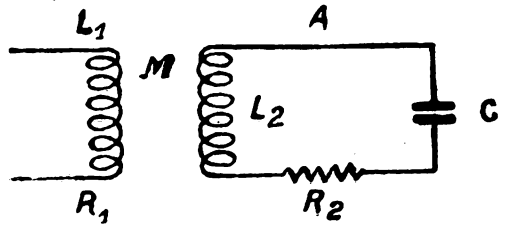


Fig. 132.

haute-fréquence et à proximité le circuit A dont nous voulons mesurer la résistance. Soient M le coefficient d'induction mutuelle entre les deux circuits, $f = \frac{\omega}{2\pi}$ la fréquence, I_1 le courant dans la source. Le courant I_2 dans le circuit A est, en se rapportant aux notations de la figure.

$$I_2 = \frac{\omega M I_1}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}},$$

X^2 étant égal à $L_2\omega - \frac{1}{C_2\omega}$. Si donc on pose $\frac{I_2}{I_1} = \gamma$, on a

$$\gamma^2 = \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + X_2}$$

Mais on sait que la présence du circuit A va modifier la résistance et la réactance de la source. Si nous désignons ces quantités respectivement par R_1 et X_1 en l'absence du circuit A, par R' et X' en présence de ce même circuit, on a

$$R' = R_1 + \gamma^2 R_2 \qquad X' = X_1 - \gamma^2 X_2$$

Or le changement de fréquence de la source sera, si la bobine L_1R_1 représentée sur la figure est constituée par l'ensemble des deux inductances d'un oscillateur à triodes, proportionnel à la variation de sa réactance, soit d'après ce que l'on vient de voir à $\gamma^2 X_2$ ou encore d'après la valeur de γ^2 à

$$\omega^2 M^2 \frac{X_2}{R_2^2 + X_2^2}.$$

En supposant ωM constant, cette quantité est maximum quand $X_2 = \pm R_2$. La façon d'opérer se déduit des considérations précédentes. Le circuit A étant éloigné de la source, on fait interférer avec les oscillations de cette dernière, les oscillations d'un 2e émetteur local; au moyen d'un téléphone, on écoute les battements et on règle le 2e émetteur de façon à être dans la zone de battement nul. Ceci fait, on couple le circuit A avec la source et en faisant varier la capacité C, on perçoit un maximum et un minimum très nets de la hauteur du son des battements. On note soigneusement les valeurs de la capacité à ces deux instants, soient C_a et C_b. D'après ce qui précède, on a

$$\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_b} = R_2 \qquad \omega L_1 - \frac{1}{\omega C_a} = -R_2$$

d'où $2R_2 = \frac{1}{\omega}\left[\frac{1}{C_a} - \frac{1}{C_b}\right]$.

Il suffit donc de mesurer la longueur d'onde de la source, d'où l'on déduit ω et enfin R_2.

Avant d'aller plus loin, il faut remarquer que nous avons supposé dans ce qui précède ωM constant et notre mesure est basée sur la variation de ω. Mais l'erreur que nous commettons ainsi est très faible; la variation de fréquence est de l'ordre de 500 à 1.000; or pour $\gamma = 377^m$, la fréquence est de 800.000; il est facile de voir que l'erreur ainsi commise est inférieure à 1/1.000e.

Pour appliquer la méthode, il faut donc disposer d'un condensateur étalonné. On peut, dans le cas contraire, opérer différemment, à condition d'avoir un jeu de résistances convenables, comme dans la méthode de la variation de résistance. Mettons en série dans le circuit A une résistance R'. Nous obtenons en opérant comme plus haut 2 nouvelles valeurs C'_a et C'_b et on a

$$2[R_2 + R'] = \frac{1}{\omega}\left[\frac{1}{C'_a} - \frac{1}{C'_b}\right]$$

$$\text{d'où } \frac{R_2}{R_2 + R'} = \frac{\frac{1}{C_a} - \frac{1}{C_b}}{\frac{1}{C'_a} - \frac{1}{C'_b}} = \frac{C_b - C_a}{C'_b - C'_a}$$

car C_a, C_b, C'_a et C'_b sont très voisins.

Si comme dans tout bon condensateur ordinaire, en supposant que l'on ne se trouve pas aux extrémités de la graduation, la capacité varie linéairement en fonction de l'angle de rotation, on peut connaître le rapport $\frac{C_b - C_a}{C'_b - C'_a}$ par le rapport des différences des graduations

Digitized by Google

lues, et par suite R_2 en fonction de R' supposé connu. Pour avoir de la sensibilité, il faut utiliser pour C un condensateur fixe d'assez grande valeur, en parallèle avec un bon petit condensateur variable formant vernier.

Cette méthode qui semble assez intéressante est due à M. Willams; elle donne des résultats exacts à moins de 1/50e près. Basée sur le même principe, la méthode Mallett-Blumlein nécessite un instrument de mesure; elle est d'un emploi long, mais il paraît qu'elle est d'une très grande précision. Après plus amples informations, nous aurons l'occasion d'en reparler. P. A.

Spectroscopie

La résolution magnétique des raies spectrales. — Le Professeur P. Zeeman a reçu récemment la médaille de l'Institut Franklin, et à l'occasion de la remise de cette distinction, il a rappelé comment jadis il était parvenu à mettre en évidence la résolution magnétique des raies spectrales, phénomène auquel son nom est resté attaché.

C'est en août 1896 qu'il a commencé ses observations. Il se trouvait alors comme étudiant à Leyde, au laboratoire du Professeur Kamerlingh Onnes, et à propos d'une étude sur la réflexion par miroirs aimantés, il entrevit la possibilité d'une action du champ magnétique sur une source de lumière. On sait que Faraday avait eu le même soupçon dès 1862, et « qu'il s'était efforcé, mais en vain, de déceler un changement dans les raies du spectre d'une flamme quand un aimant puissant agit sur la flamme ». Le grand Faraday ne réussit pas immédiatement à cause de l'insuffisance de ses moyens d'action, et ce fut sa dernière expérience.

L'installation primitive de Zeeman ne lui laissa pas non plus apercevoir du premier coup ce qu'il présumait. Cependant, après quelques tâtonnements, il aboutit. Il disposait d'un champ magnétique de 10.000 gauss, et avec un spectrographe à réseau il observait les raies d'émission du sodium et du lithium, à angle droit des lignes de force. Aussitôt l'électro-aimant excité, la raie considérée se résolvait en ses composantes. On retrouvait également l'effet sur les raies d'absorption.

Le phénomène de Zeeman vint étayer la théorie électronique, qui précisément s'élaborait à cette époque et dont les bases mathématiques avaient été établies par Lorentz. En calculant à partir des mesures le rapport $\frac{e}{m}$ de la charge à la masse de l'électron, on trouva un nombre de l'ordre de 10^7. C'était la première fois qu'on déterminait ce rapport à partir de données optiques. A peu près en même temps, J.-J. Thomson et P. Lenard, dans leurs expériences sur les rayons cathodiques, retrouvèrent sensiblement le même résultat. Si la théorie de Lorentz est aujourd'hui abandonnée, du moins se relie-t-elle par de nombreux points aux théories actuelles, en particulier à l'interprétation quantique de la séparation magnétique des raies de l'hydrogène, faite avec l'aide du principe de correspondance.

Zeeman termine en exposant les progrès effectués dans la technique opératoire pour l'observation du phénomène qu'il a découvert.

Comme source de lumière, il préconise la lampe Back qui fournit pour les vapeurs métalliques et les gaz ordinaires des raies très fines, et a permis à son auteur une étude du glucinium et du manganèse. Sous une forme légèrement différente, Vandermark a appliqué cet appareil au laboratoire de Zeeman, et en collaboration avec Goudsmit, s'en est servi pour l'analyse du scandium. D'autre part, on doit à Hansen et Jakobsen une lampe dont la décharge est assujettie à traverser le gaz parallèlement aux lignes de force, circonstance particulièrement importante.

Il faut des spectroscopes à pouvoir séparateur très élevé. Ceux de Michelson, de Fabry et Pérot, de Lummer conviennent. Pour le déchiffrage des résolutions complexes de grande étendue, il est avantageux de recourir au réseau concave, qui n'amène pas de difficulté d'interprétation.

Il s'agit encore de disposer d'un champ magnétique puissant et homogène. Deslandres, à l'aide d'un électroaimant excité par quelques milliers d'ampères, et muni d'un énergique refroidissement d'eau a réalisé un champ qu'on évalue à 63.700 gauss, d'après la résolution magnétique des raies du zinc.

A l'Observatoire du Mont-Wilson, avec un solénoïde sans fer refroidi par courant d'eau, demandant approximativement 400 kilowatts, on obtient 45.000 gauss dans un petit espace de 4 pouces de longueur sur diamètre moitié.

L'électro-aimant de grandes dimensions, qu'on construit actuellement sous la direction du Professeur Cotton, sera plus onéreux, mais ne doit exiger qu'une centaine de kilowatts.

D'autre part, Kapitza est parvenu à réaliser des champs magnétiques instantanés qui peuvent atteindre un demi-million de gauss pendant une durée de l'ordre du centième de seconde. Il faut alors une étincelle dont l'éclat suffise à une spectrographie aussi rapide. C'est par ce procédé que Kapitza et Skinner, au moyen d'un spectrographe de quartz, ont observé l'effet longitudinal pour certaines raies d'aluminium et de calcium, dans des champs de 130.000 gauss environ. S. V.

Chimie Physique

Hydrogène actif. — Par diverses méthodes, un grand nombre de chercheurs ont obtenu, ces dernières années, des formes allotropiques de l'hydrogène dont les propriétés sont différentes des propriétés de l'hydrogène ordinaire répondant à la formule moléculaire H^2.

1. Langmuir, en chauffant un fil de tungstène ou de palladium à une température supérieure à 1.300°, dans une atmosphère d'hydrogène, a constaté que le gaz disparaissait lentement. Il a attribué cette disparition à la condensation du gaz sur les parois du récipient de verre refroidi à la température de l'air liquide. L'hydrogène ainsi déposé sur les parois est chimiquement actif et peut conserver son activité pendant plusieurs jours. Il réagit avec l'oxygène et le phosphore à la température ordinaire; il réduit rapidement un certain nombre d'oxydes (WO^3, PtO^2) et de nombreuses autres substances non attaquées par l'hydrogène ordinaire.

Langmuir attribue ces effets au fait que le gaz se dissout dans la substance du filament à l'état atomique et que certains de ces atomes quittant le filament cheminent sans rencontrer d'autres atomes, à cause de la faible pression du gaz, jusqu'à la surface froide de l'ampoule où ils sont absorbés par le verre à l'état atomique, conservant ainsi toute l'activité chimique des atomes. Cette variété active d'hydrogène est absorbée par le coton de verre et le platine (Freeman, 1913).

La modification ainsi obtenue est instable; elle se détruit quand on laisse se réchauffer à l'air les parois de l'ampoule préalablement refroidies dans l'air liquide.

2. Par sa méthode des rayons positifs, J.-J. Thomson (1912) a constaté l'existence de molécules de masse égale à 3, qu'il a considérées comme étant de l'hydrogène triatomique et désignées par le symbole X^3.

Digitized by Google

Ce gaz s'obtient facilement lorsqu'on soumet au bombardement cathodique certains minéraux, métaux et sels, et par l'action de la décharge d'une cathode de Wehnelt dans l'hydrogène; il est très stable et presque chimiquement inerte; il se combine cependant avec le cuivre chauffé au rouge ou la vapeur de mercure sous l'influence de décharges électriques.

L'hydrogène triatomique, de formule H^3, se formerait également, d'après Dempster (1916), par l'action sur le gaz hydrogène d'électrons animés d'une vitesse correspondant à une chute de potentiel de 800 volts.

3. Duane et Wendt (1917) ont signalé la formation d'hydrogène actif très instable, de formule H^3, par l'action des rayons alpha. Cet hydrogène actif agirait sur le soufre, le phosphore, l'arsenic et le mercure pour donner les hydrures.

Cette variété peut s'obtenir par d'autres méthodes : ozoniseur à tube de verre de Siemens, décharge Testa à haute fréquence, émission ionique.

4. M. Yechuri Venkataramaiah a publié (Thèse de Paris, 1925) une étude sur l'hydrogène actif, où après un exposé critique des résultats obtenus antérieurement, il résume ses propres recherches.

Il a montré qu'il était possible de préparer de l'hydrogène actif au moyen des procédés suivants :

a) Action de l'effluve sur l'hydrogène à la pression atmosphérique.

b) Explosion d'un mélange oxygène-hydrogène contenant un excès d'hydrogène.

c) Combustion continue d'oxygène dans l'hydrogène.

d) Combustion d'un mélange oxygène-hydrogène contenant un excès d'hydrogène sur une surface de platine préalablement portée au rouge.

e) Arc à haute tension jaillissant entre des électrodes de platine dans une atmosphère d'hydrogène à la pression atmosphérique.

f) Arc à basse tension jaillissant entre des électrodes d'argent dans une atmosphère d'hydrogène sous la pression atmosphérique; l'emploi d'électrodes d'or ou de platine a donné des résultats négatifs, soit à cause de l'absorption de l'hydrogène actif par le métal disposé en couche mince, soit par suite d'une décomposition catalytique.

Il a constaté la formation de petites quantités d'hydrogène actif lors des opérations suivantes :

a) Décomposition par la chaleur des hydrures alcalins et alcalino terreux.

b) Décomposition par l'eau des mêmes hydrures.

c) Barbottage d'hydrogène à travers les métaux alcalins ou alcalino terreux fondus.

d) Diffusion de l'hydrogène à travers un tube de platine ou de palladium chauffé, ce qui peut être une explication satisfaisante des propriétés de ces éléments.

e) Électrolyse des solutions acides ou alcalines.

Les trois premiers procédés rappellent la formation d'ozone par décomposition des peroxydes.

L'auteur a mis en évidence quelques-unes des propriétés chimiques de l'hydrogène actif : l'attaque du soufre, du phosphore, de l'acide arsénieux avec formation d'hydrogène sulfuré, d'hydrogène phosphoré, d'hydrogène arsénié; la réduction du chlorure ferrique avec formation de chlorure ferreux, du permanganate de potassium, du perchlorate de potassium avec formation de chlorure.

« L'existence de l'hydrogène triatomique qui est complètement sortie du cadre de la spéculation et de l'imagination pour entrer dans le domaine de la science pratique, écrit-il, présente un intérêt considérable au point de vue chimique car il n'est pas possible de la concilier avec nos conceptions anciennes de la valence, d'après laquelle l'hydrogène devrait toujours être considéré comme un élément monovalent. Le temps est arrivé où nous devons revoir toutes nos théories de la valence...

«..... Son importance est également considérable à un autre point de vue. Une telle modification active de l'hydrogène doit présenter une très grande valeur lorsqu'on l'applique à l'hydrogénation des huiles et à d'autres réactions de réduction qui permettront peut-être de ne pas faire intervenir de catalyseur et je pense que sous peu ce gaz se fera une place importante dans les laboratoires et dans l'industrie et ne sera plus considéré uniquement comme une curiosité chimique. » A. Bc.

Géographie

Les îles Wallis. — *L'Océanie française*, bulletin du Comité de l'Océanie française, a donné des renseignements récents sur ces possessions oubliées ou même inconnues de beaucoup de nationaux.

Ces seize îles en deux groupes sont situées à 13° lat. S. et 178° Long.

Uvéa est la principale, elle mesure 20 km. sur 12. Futuma et Alifi, dans l'autre groupe, mesurent 28 km. sur 12.

Sous le protectorat de la France depuis le 5 avril 1887, elles ressortissent au gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.

Toutefois par un traité du 12 juin 1913 le roi Lavelua a demandé l'annexion des îles à la France. Le projet de loi déposé alors par le gouvernement pour rendre les îles Wallis partie intégrante de la France, n'a été voté par la Chambre qu'en 1919, et *il attend encore sa ratification par le Sénat*. Ceci d'après une information de l'*Économiste français* du 31 octobre dernier.

Ces îles comptent 5.760 habitants (1913). La population augmente, les indigènes se montrant très prolifiques en raison de l'interdiction absolue de la consommation des boissons alcooliques. On songe à utiliser en Nouvelle-Calédonie des travailleurs recrutés dans ces îles, car, les ouvriers javanais et annamites sont d'un emploi onéreux (salaire 300 francs par mois).

La distance des Wallis à Nouméa est de six journées de navigation.

Ces îles sont d'une richesse très sérieuse au point de vue des productions agricoles. On y récolte notamment des ananas, du tabac, les cocotiers abondent, des forêts importantes contiennent des bois variés.

Enfin le poisson, la nacre, l'huître perlière sont des productions des Wallis.

La situation des îles Wallis est importante au point de vue politique, et l'*Océanie française* dit qu'elles sont un des joyaux français du Pacifique. L. R.

Statistique

Les Assurances contre l'Incendie en 1924. — D'après les résultats publiés au « Moniteur des Assurances », et commentés par l'*Économiste français*, il apparaît que les capitaux assurés s'élèvent à plus de 475 milliards, nombre approximatif ne pouvant pas être précisé du fait que quelques compagnies laissent figurer dans leurs statistiques les réassurances alors que d'autres ont pris soin de les déduire.

Les sinistres payés en 1924 se montent à un peu plus de 200 millions en augmentation de 17 millions sur 1923.

Il est édifiant de constater que les impôts payés à

Digitized by Google

l'État par les Compagnies se sont élevés à 176 millions, soit presque la part du feu (exactement 87,23 %). Il n'y a pas de statistique de la part qui est revenue comme bénéfices aux Compagnies. Dans tous les cas il est permis de penser que la prévoyance constitue une lourde charge pour les intéressés, mais on ne peut perdre de vue que la sécurité du lendemain mérite d'être acquise à ce prix.

M. R. Olivreau conclut dans l'*Économiste français* que les assurances à primes fixes ont un succès grandissant en face des mutuelles locales qui ne donnent pas toujours satisfaction. Il sera intéressant de connaître les résultats de ces dernières. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie maritime

Le croiseur « Duquesne ». — La situation géographique de la France, la grandeur de son domaine colonial, sa puissance expansive, l'importance de ses intérêts répandus sur toute la surface du globe et le rôle qu'elle joue dans la politique mondiale lui font une obligation d'avoir une force navale capable de maintenir sa position.

Conformément à la volonté maintes fois exprimée par le Parlement de donner au pays une flotte de guerre répondant aux besoins nationaux, la Marine poursuit d'un effort continu, dans le cadre des accords de Washington, son travail de reconstitution.

En particulier un programme raisonné de bâtiments légers a été établi et est en partie réalisé.

Trois croiseurs type *Duguay-Trouin* sont sur le point d'entrer en service. Ils compteront certainement parmi les plus puissants et les plus rapides.

La Marine, soucieuse avant tout de réaliser une homogénéité indispensable pour obtenir de nos escadres le rendement maximum, a établi les plans du *Duquesne* et du *Tourville* de façon à faire de ces bâtiments les cousins germains des *Duguay-Trouin*.

Elle a tenu compte dans ces constructions neuves des progrès incessants de la technique navale.

La puissance des appareils moteurs du *Duquesne* est de 120.000 chevaux alors que le bâtiment le plus puissant d'avant-guerre, l'*Ernest Renan*, ne développait qu'une puissance de 37.000 chevaux.

Le *Duquesne* qui vient d'être lancé à Brest le 17 décembre est le premier des deux croiseurs de 10.000 tonnes du programme de 1924 (Loi du 12 avril 1924). Il a été mis en chantier à Brest le 1er juillet 1924. Le second croiseur de 10.000 tonnes (le *Tourville*) a été mis en chantier à Lorient au même moment.

Le *Duquesne* sera remplacé sur la cale de Brest par le *Suffren*, croiseur de 10.000 tonnes faisant partie de la nouvelle tranche de constructions neuves votée par la loi du 13 juillet 1925.

Les plans du *Duquesne* et du *Tourville* ont été dressés par le Service Technique des Constructions Navales (Ingénieur Général Lejeune, Ingénieur en Chef Charpentier).

Les caractéristiques générales sont les suivantes :

Longueur : 191 mètres hors tout; largeur : 19 mètres; 8 chaudières de 15.000 chevaux chacune (120.000 chevaux en tout); 4 arbres mus par des turbines.

La vitesse sera de 34 nœuds.

L'armement sera constitué par 8 canons de 203 m/m en 4 tourelles doubles (le calibre de 203 m/m est le plus fort calibre autorisé pour les croiseurs par les traités de Washington), 8 pièces de 75 m/m contre avions, 8 pièces de 37 m/m automatiques contre avions et 12 mitrailleuses.

Deux tubes triples lance-torpilles, aériens, pour torpilles de 550 m/m.

La plus grande attention a été apportée par le Département aux aménagements intérieurs du navire; s'il importe que nos bâtiments soient forts et rapides, il faut aussi que les équipages trouvent à bord toutes les installations qui leur rendent moins pénibles les fatigues inévitables inhérentes au métier de la mer. Les nouveaux croiseurs sont très étudiés à ce point de vue, comme d'ailleurs tous les bâtiments nouveaux, petits et grands, de la flotte française.

Celles des ces installations concernant les mécaniciens et chauffeurs sont placées juste au débouché des accès aux machines pour permettre au personnel de s'habiller en remontant du quart sans risquer de se refroidir.

Les douches sont disposées avec vestiaires séparés, garnis d'étagères pour les vêtements et de planches à souliers.

Près des cuisines sont placées une machine à peler les pommes de terre et une machine à laver la vaisselle.

Une installation très complète de buanderie est prévue avec local pour le linge sale, local pour le linge propre, séchoir, machines à laver les plus perfectionnées, machines à repasser.

Une usine frigorifique permet de conserver de la viande ou des légumes pendant au moins 20 jours et de fabriquer de la glace pour rafraîchir l'eau de boisson dans les périodes chaudes.

Un salon de coiffure avec lavabo et organisation antiseptique est également prévu.

Enfin l'équipage disposera d'une grande salle de récréation complètement isolée des postes de couchages et de bancs de repos permettant aux hommes non de service de se tenir à la mer ailleurs que dans leurs postes de couchage.

Ajoutons, pour terminer, que la construction de ce bâtiment a été menée d'une façon particulièrement rapide et économique par le Port de Brest, toujours soucieux d'obtenir un rendement parfait de ses ateliers.

J. R.

Mécanique

Les automobiles à transmission électrique. — Si, à l'heure actuelle, personne plus ne s'étonne de l'emploi de l'électricité comme agent de transmission d'énergie à grande distance, il est une application cependant où les gens non prévenus peuvent être surpris de voir utiliser la transmission électrique. C'est le transport de l'énergie produite par un moteur ordinaire d'automobile jusqu'aux essieux moteurs du véhicule; on est tellement habitué aux boîtes de vitesses, aux cardans et aux différentiels, ces organes laissent une telle impression d'adaptation parfaite à leurs tâches respectives, que l'on est en droit de se demander si un progrès réel est vraiment possible par la substitution, aux transmissions mécaniques usuelles, de deux dynamos, l'une génératrice actionnée directement par le moteur à essence, l'autre entraînant les axes de la voiture. A cette question l'expérience semble avoir répondu que pour le véhicule léger, non soumis à de brusques variations de vitesses, la transmission

Digitized by Google

mécanique paraît devoir être maintenue; pour le poids lourd au contraire, soumis par sa destination à des arrêts ou à des démarrages fréquents, il peut y avoir intérêt à supprimer toute liaison, même semi-rigide, entre le moteur et les roues et à envisager par suite l'emploi d'une transmission électrique : ce sera par exemple le cas des autobus de banlieue, à grande capacité de transport, ou celui des chars de combat lourds, du type de ceux étudiés pendant la guerre par les Moines de Saint-Chamond pour l'armée française. Pour diverses raisons évidentes, nous laisserons de côté ce dernier genre d'applications, et nous nous bornerons à l'étude des autobus à transmission électrique, dont certains sont actuellement utilisés, par exemple sur le réseau suburbain de Philadelphie ou le réseau urbain de Londres. En principe, ces véhicules comportent :

1° *Un groupe générateur*, comprenant :

a) Un moteur à essence, dont le papillon est commandé, ainsi que d'usage, par l'accélérateur au pied. (Puissance normale : 50 CV.)

b) Un générateur à excitation composée différentielle (l'enroulement dérivation et l'enroulement série opposant leurs effets) : la chute de tension est telle que, à charge normale du moteur à essence, le produit de l'intensité par la tension, c'est-à-dire la puissance fournie par la dynamo, est constant pratiquement. En d'autres termes, au moment du démarrage, lorsqu'il faut développer un couple élevé, le courant est fort et la tension faible; en pleine vitesse au contraire, le courant débité possédant sa valeur normale, la tension se trouve avoir augmenté de 40 % par rapport à la tension de démarrage, circonstance favorable à l'augmentation de la vitesse du véhicule.

La régulation de la marche est excessivement simple : il suffit en principe en effet, à partir du repos, d'ouvrir le papillon du moteur à essence depuis la position de marche à vide, jusqu'à celle de pleine ouverture; le moteur donnant sa puissance normale, le générateur ajuste automatiquement sa tension et son intensité à la vitesse voulue. En fait, comme il faut prévoir diverses vitesses et une marche arrière, un combinateur convenable, mû par un levier, agit sur les différents circuits d'excitation de la dynamo génératrice et du moteur actionnant les roues.

2° *Un essieu moteur*, comportant soit un moteur électrique unique, (et par suite un différentiel), soit un moteur pour chaque roue. L'excitation est toujours série. La première solution offre l'avantage d'un prix de revient et d'un poids moindres; la deuxième permet de diminuer le diamètre des moteurs (et par suite d'abaisser le centre de gravité de la voiture) et d'attaquer les deux roues de façon absolument indépendante, ce qui évite dans les démarrages sur terrains glissants le patinage d'une roue et l'emballement simultané de l'autre.

Les avantages réclamés pour la transmission électrique sont les suivants :

1° Suppression de la boîte de vitesse et des liaisons mécaniques, organes délicats pour les véhicules de poids lourds;

2° Grande facilité de conduite; les changements de vitesse se faisant pour ainsi dire automatiquement, les manœuvres du mécanicien se réduisent presque à la régulation de l'admission au pied;

3° Grande constance du couple moteur sur les roues, par suite moindre patinage des roues sur un même parcours, les roues d'un véhicule à transmission électrique font 10 à 20 pour cent moins de tours que des roues identiques placées sur une automobile ordinaire;

4° Les démarrages sont plus souples et plus faciles, le poids non suspendu est fortement réduit; le confort des voyageurs s'en trouve augmenté et l'usure du matériel nettement diminuée;

5° Economie notable de lubréfiant, en raison de la disparition des transmissions de puissance mécaniques.

En revanche il faut reconnaître que :

1° Le matériel pétroléo-électrique est plus lourd et plus cher, ce qui accroît les frais de premier établissement;

2° *En marche normale*, le rendement de la transmission électrique est inférieur à celui de la transmission mécanique; mais comme l'électricité permet de réduire énormément la durée des démarrages, il arrive que, *pour des services comportant des arrêts fréquents*, la consommation d'essence est, tout compte fait, inférieure dans les véhicules à transmission électrique.

En résumé, le domaine des voitures pétroléo-électriques, paraît, à l'heure actuelle, limité aux services exigeant des véhicules à grande capacité de transport et comportant des arrêts fréquents. La transmission électrique supprime toute liaison rigide entre le moteur à explosion et les roues propulsives; elle permet une accélération douce et régulière; elle est donc fort appréciée tant du public, que des services d'entretien. Quel sera son domaine futur? Il est assez malaisé de donner une réponse ferme : il ne faut cependant pas oublier que la transmission mécanique n'est pas loin de sa perfection — et dans l'industrie, la perfection est parfois le début de la fin. A. F.

Chimie industrielle

Les abrasifs. — Le carborundum a été découvert en 1891 par Acheson en soumettant un mélange d'argile et de coke en poudre à l'action d'un courant électrique intense au point assez pour la fusion. Il obtint ainsi un corps excessivement dur rayant le verre et même le diamant, il lui donna le nom de carborundum, l'analyse fit voir que les grains durs obtenus étaient du carbure de silicium.

Acheson avait débuté dans la fabrication du carborundum en fabriquant 125 gr. par jour. Les joailliers se les disputaient au prix de 3.200 fr. le kilo. Le prix actuel n'atteint pas 20 fr. et la fabrication dépasse 5.000 kilos par jour.

A la sortie du four, le carborundum est broyé avec des meules puis il est raffiné par lavage, traitement chimique et concentration magnétique pour enlever les impuretés. Le traitement chimique auquel on soumet le carborundum consiste à le faire bouillir dans l'acide sulfurique puis dans une solution de soude caustique. On élimine ainsi le graphite, le silicium et les siliciures de fer et d'aluminium. On le tamise ensuite et le classe pour obtenir une série de dimensions depuis la maille n° 6 jusqu'à la poudre la plus fine. On l'emploie ainsi pour fabriquer des meules, du papier émeri et des pierres à aiguiser.

Les meules sont formées par les abrasifs et le liant qui les tient. Les liants les plus répandus sont la porcelaine, le silicate de soude, le caoutchouc et les résines de phénol comme les backelites. On emploie beaucoup le liant de porcelaine obtenu par la vitrification. La condition essentielle, c'est de régler soigneusement la dureté de la meule pour pouvoir faire avantageusement les différents travaux qu'on lui impose. Pour meuler les moulages en acier brut, il faut un autre ordre de

Digitized by Google

dureté que pour meuler l'acier recuit. On obtient les différents degrés de dureté en variant la teneur et le caractère du liant employé ainsi que le traitement ultérieur au four.

Pour faire une meule, on mélange d'abord les grains abrasifs avec de l'argile, du feldspath ou de la silice, puis on presse ce mélange. On chauffe les meules ainsi obtenues à 1300° au four pendant 4 ou 5 jours. Ce chauffage vitrifie l'argile liant les grains. On ajuste ensuite les meules au tour, leur met une douille en plomb pour porter l'axe et les soumet aux essais de vitesse.

Les meules appelées élastiques ont un liant de caoutchouc ou de backelite, on les emploie pour scier le marbre et le granit et pour couper l'acier à outils et autres métaux qu'on ne peut couper avec la scie métallique. (*Iron Monger*, 24-10-25.) E. P.

Mines

La production des mines tunisiennes en 1924. — D'après les nombres publiés par l'*Économiste français* (6 juin 1925) voici la production en tonnes des mines tunisiennes en 1924 :

Phosphates.	
Compagnies de Gafsa	1.964.000
Phosphates tunisiens (Kalaa Djerda)	386.000
Djebel M'Dilla	193.000
Phosphates tunisiens (Meheris Zebbeus)	139.000
Phosphates du Dyr (Kalaaes Senam)	106.000
Cie de St-Gobain Kef Rebiba	74.000
Total :	2.862.000

contre 2.357.000 en 1923.

Mines de fer.	
Djebel Djerissa	538.000
Douario	158.000
Slala	75.000
Total :	771.000

contre 845.000 en 1923.

Mines de plomb, zinc, cuivre.

Plomb	39.923	contre 36.375	en 1923
Zinc	13.997	— 12.000	—
Cuivre	163	— 353	—

Mines de manganèse.

2.820 tonnes contre néant en 1923

La fonderie de plomb en tonnes de métal a donné 15.736 tonnes contre 14.090 en 1923. L. R.

Industrie

L'acide butyrique et le butyrate de chaux. Leur utilisation. — L'acide butyrique est en voie d'occuper une place importante dans plusieurs industries, notamment dans la fabrication de certains cuirs de luxe, obtenus avec des peaux de chevreau, de crocodile, de lézard, de serpent etc., qui exigent l'emploi d'un lait de chaux; celui-ci doit être ensuite éliminé, sans que cette opération du « déchaulage » puisse nuire aux qualités du cuir, particulièrement à sa souplesse. Les recherches entreprises pour réaliser cet avantage conduisirent à utiliser l'acide butyrique et, comme corollaire, à obtenir celui-ci à bon marché.

L'acide butyrique s'obtient pratiquement par divers procédés : soit dans la fermentation de l'empois d'amidon en présence d'acide tartrique, soit en partant de la vinasse du sucre.

« Pasteur a montré en 1861, dit E. Macé, que la fermentation butyrique que subissent facilement certains hydrocarbonés, en particulier les lactates et tartratres de chaux, était causé par un organisme bien spécial, son Vibrion butyrique, anaérobie véritable.

« On admet aujourd'hui que l'on doit reporter à cette espèce, qui prend comme nom *Bacillus butyricus*, en raison du droit de priorité, divers microbes donnés comme espèces distinctes, sous des dénominations variées. C'est d'abord les organismes décrits par Trécul en 1865 dans la putréfaction des cellules végétales; il en faisait trois espèces différentes : *Amylobacter*, *Clostridium*, *Urocephalum* que Van Tieghem, plus tard a réunies en une seule, son *Bacillus amylobacter* qu'il reconnaît comme devant être identifié au Vibrion butyrique de Pasteur. »

Les divers auteurs qui ont étudié cette question concluent tous à l'identification complète du *Bacillus amylobacter* de Van Tieghem et du *Bacillus butyricus* de Pasteur, qui conserve donc la priorité.

La question de la production industrielle de l'acide butyrique a été beaucoup étudiée au cours de ces dernières années. L'un des chercheurs, Lefranc, se préoccupant surtout d'une fabrication à bas prix, fut amené à utiliser comme matière première tous les déchets cellulosiques, si abondants, et notamment la sciure de bois, (dont le prix actuel est actuellement de 2 fr. 50 le quintal).

La sciure humectée d'eau acidulée est chauffée en autoclave : c'est la saccharification, avec production de glucose et de dextrine.

Les jus sucrés ainsi obtenus, additionnés de chaux, sont ensemencés avec les cultures microbiennes convenables et maintenus pendant trois jours à une température de 48°. La fermentation se produit et on obtient du butyrate de chaux sur lequel nous reviendrons plus loin. Pour introduire la chaux nécessaire, Lefranc a utilisé l'écume de sucrerie qu'il considère comme supérieure, dans le cas présent, à la chaux pure.

A partir du butyrate de chaux, il suffit de déplacer la chaux par l'acide sulfurique pour obtenir l'acide butyrique pur, à un prix très rémunérateur.

Parallèlement à l'acide butyrique, Lefranc obtint donc du butyrate de chaux à un prix peu élevé : produit intéressant puisqu'il sert à la préparation des cétones.

En effet si on soumet le butyrate de chaux à une distillation sèche (comme du reste les sels de calcium de beaucoup d'acides organiques), on obtient des mélanges cétoniques. Par distillation fractionnée, on obtient des acétones de densités différentes dont les plus volatils sont incolores.

Or, l'acétone (connue aussi, commercialement, sous le nom de « Kétol »), est aujourd'hui de plus en plus utilisée par l'industrie. C'est un liquide facilement inflammable, à odeur éthérée caractéristique, soluble dans l'eau, l'alcool, le chloroforme et l'éther. Elle dissout les graisses, les essences, les résines, la nitrocellulose, c'est pourquoi elle trouve son emploi dans des fabrications très diverses et en première ligne dans celles des couleurs, laques et vernis, notamment dans les vernis à base d'acétate de cellulose, si largement utilisés dans l'aviation; on l'emploie dans la fabrication de la poudre sans fumée, de sorte que par suite de son énorme consommation pendant la dernière guerre, son prix avait atteint des chiffres fabuleux. On en use dans la préparation de l'iodoforme, dans celles du celluloïd et du caoutchouc artificiel, dans la synthèse de l'indigo; elle permet avec la mannite, l'arabite ou la glycérine de préparer des succédanés du camphre.

On peut prévoir son utilisation comme combustible, car des essais ont déjà montré qu'un moteur à explosion marche avec l'acétone, sensiblement comme avec l'essen-

Digitized by Google

ce. Ses propriétés solvantes sont ici particulièrement intéressantes, en raison du problème posé par la question du carburant national obtenu par le mélange alcool essence. Ce mélange est réalisable seulement avec l'alcool presque absolu (99°5) : or l'addition d'acétone permettrait l'emploi de l'alcool ordinaire.

Il ne paraît plus douteux aujourd'hui que les produits cétoniques sont à la veille d'occuper une place considérable dans nos industries chimiques. A. G.

Agronomie coloniale

La restriction de la Production du caoutchouc. — Tout le monde connaît cette restriction de production par l'application du plan Stevenson dont on a beaucoup parlé dans la presse financière.

Le *Stevenson restriction act* a été adopté par la Grande-Bretagne en 1922. Il limite à un certain pourcentage par rapport à l'importance antérieure, l'exportation du caoutchouc des territoires britanniques; mais avec la correction suivante : si la moyenne des cours du caoutchouc brut établie pour chaque trimestre s'élève au-dessus d'un minimum économique de 1 Sh. 3 d. par livre, la quantité exportable, pour le trimestre suivant est augmentée. Si la moyenne des cours reste au-dessous, la quantité est diminuée.

Ce plan de restriction gêne le plus gros consommateur mondial qui est l'Amérique. Aussi des territoires nouveaux à planter en caoutchouc sont recherchés un peu partout. Dans le seul pays de Libéria des Américains vont entreprendre la plantation de surfaces qui pourront atteindre un million d'acres (1). Une puissante société américaine au capital de 100 millions de dollars mettra ces terrains en valeur.

L'application du plan Stevenson a eu pour résultat de faire baisser dans une forte mesure la proportion de l'Angleterre dans la production mondiale du caoutchouc, les concurrents ayant tenu à profiter de la hausse des cours qui en a été la conséquence. Ainsi en 1920 l'Angleterre fournissait 75 % du caoutchouc, en 1924 par une diminution constante, elle ne fournit plus que 52 %. Aussi l'*Économiste français* parle-t-il de l'imprudence de cette tactique britannique. L. R.

(1) 1 acre = 0ha4047.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 22 mars, le Dr Jean Charcot a été élu, par 51 voix, Académicien libre, en remplacement de M. E. Tisserand, décédé.

Le Dr Charcot, fils du célèbre neurologiste, est né à Neuilly, le 15 juillet 1867.

Après avoir débuté dans la médecine, le Dr Charcot se sentit attiré très tôt vers la marine et se spécialisa dans l'étude de l'Océanographie qui l'entraîna dans les grands voyages maritimes. Il dirigea deux expéditions vers l'Antarctique. La deuxième qui eut lieu en 1908-1910 à bord du *Pourquoi-Pas?* fut la plus importante expédition polaire que la France ait organisée. Cette expédition compléta nos connaissances des régions australes qui font partie du complexe de terres groupées sous le nom d'antarctide américaine, et poussa ses découvertes jusqu'au 70e degré de latitude. Une ample moisson de découvertes scientifiques de tout ordre a été faite par le Dr Charcot et ses collaborateurs : les résultats obtenus ont donné lieu à la publication d'une trentaine de volumes, monument qui fait honneur à la Science française.

Au retour de cette expédition antarctique, le Dr Charcot a fait, à bord du *Pourquoi-Pas?* plusieurs voyages océanographiques dans l'Atlantique du Nord, voyages qui ont procuré d'intéressants documents.

Une pareille activité maritime a empêché le Dr Charcot de publier lui-même d'importants travaux scientifiques, mais il a donné à de nombreux savants l'occasion de travailler sur des documents originaux. On peut dire, en toute justice, qu'il a été l'animateur de nombreuses découvertes.

Le nouvel académicien libre représentera au sein de la Compagnie — et ce n'est pas sa moindre originalité — quatre corps militaires auxquels il a successivement appartenu : les chasseurs alpins, la médecine militaire, la médecine de la marine et enfin les officiers de marine. Le Dr Charcot est actuellement capitaine de frégate de réserve.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 23 mars, le Dr Couvelaire, professeur à la Faculté de Médecine, a été élu dans la section de chirurgie et accouchement.

— Le 22 mai sera célébré, sous la présidence de M. Painlevé, le jubilé de M. Charles Richet.

— M. Thomas Jonesco, recteur de l'Université de Bucarest, vient de mourir : il avait été élu associé étranger en 1921. M. Jonesco avait été interne des hôpitaux de Paris et prosecteur à la Faculté de Médecine ; il laisse d'importants travaux ayant trait, particulièrement, à la chirurgie du sympathique et à l'anesthésie par voie rachidienne.

Académie d'Agriculture. — MM. Capus et Chomet sont élus membres titulaires.

Académie des Sciences coloniales. — Dans la séance du 20 mars, M. Garnier, résident supérieur, a été élu en remplacement de M. Pavie.

Bureau des Longitudes. — M. le contre-amiral Picot est nommé correspondant, en remplacement de M. Joseph Vallot, décédé (*J. O.*).

Institut Océanographique. — Le Conseil d'Administration, sur la proposition des Professeurs, vient de prendre une décision libérale en faveur des étudiants candidats au doctorat ès sciences.

On sait combien sont lourds les frais de tirage des exemplaires qui doivent être remis aux Facultés. Le Conseil a décidé de prendre à sa charge la moitié de ces frais, lorsque les thèses auront été insérées dans les Annales de l'Institut Océanographique et que, par conséquent, elles auront eu pour sujet des questions relatives à la mer.

Cette décision s'applique à tous les ordres des Sciences mathématiques, physiques ou naturelles.

— Une Commission nommée par l'Institut Océanographique et présidée par le Professeur Joubin, membre de l'Académie des Sciences, vient d'arrêter les termes définitifs du Règlement d'un Concours destiné à rechercher les moyens pratiques d'assurer dans les meilleures conditions, la conservation du Poisson, tant à bord que pendant son transport, et de favoriser d'une manière générale la vulgarisation du poisson de mer.

Ce Concours, doté de 15.000 francs de prix, sera clos le 31 décembre 1926.

Pour tous renseignements et demande de programme s'adresser au Secrétariat de l'Institut Océanographique, 195, rue Saint-Jacques, Paris (Ve).

Radio-Club de France. — La Fondation Georges Lakhovsky a pour but d'aider tout inventeur français dans la réalisation d'une invention intéressante et brevetée dans le domaine de la T. S. F.

Digitized by Google

La Commission de cette fondation, présidée par le Général Ferrié, vient d'accorder sa première subvention (1.500 francs) à M. H. Busignies pour la construction d'une boussole hertzienne à lecture directe.

Pour tous renseignements s'adresser au Radio-Club de France, 95, rue de Monceau, Paris (VIII[e]).

Conférence internationale d'agronomie coloniale. — La Conférence internationale d'agronomie exotique, coloniale et tropicale, convoquée par le Gouvernement français, qui s'était ouverte le 16 mars s'est clôturée le 20 mars. Elle a été présidée par M. Guist'hau, ancien ministre, vice-président du Comité d'encouragement aux recherches scientifiques coloniales.

Désormais l'Association internationale d'agronomie coloniale et tropicale, créée en 1905, à Paris, coopérera étroitement avec l'Institut international d'agriculture de Rome. En outre, l'Association devient l'organe exécutif, à Paris, de la Commission technique d'agriculture coloniale et tropicale constituée au sein de l'Institut international, à Rome.

Société botanique italienne. — La Société botanique italienne et le Musée civique d'Histoire naturelle de Trento préparent une manifestation en l'honneur du célèbre mycologue, l'Abbé Giacomo Bresadola qui, le 14 février 1927, va entrer dans sa 80[e] année. Cette manifestation consistera dans la publication intégrale de ses planches mycologiques (environ mille) accompagnées des diagnoses des espèces figurées. L'ouvrage paraîtra sous le titre d'*Iconographia Mycologica*. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le 20 mars, le Conseil de l'Université a reçu solennellement le Professeur E.-A. Gardner, vice-chancelier de l'Université de Londres. M. Lapie, recteur de l'Académie de Paris était entouré des doyens des cinq Facultés, de l'Administrateur du Collège de France, du Directeur de l'Ecole normale supérieure et de nombreux professeurs.

Le recteur a remis au vice-chancelier la médaille d'honneur de l'Université.

M. Gardner a fait une conférence sur « l'Evolution du type athlétique en Grèce ».

Faculté des Sciences. — *Soutenances de thèses.* — Le 24 mars, pour le doctorat ès-sciences naturelles, M. Lecointre : « Recherches géologiques dans la Meseta marocaine. »

Le 26 mars, pour le doctorat ès-sciences physiques, M. P. Lejay : « Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. »

Le 20 avril, pour le doctorat ès-sciences, M. Herpin : « Recherches biologiques sur la reproduction et le développement de quelques annélides polychètes. »

École Polytechnique. — M. Fabry, Professeur de Physique à la Faculté des Sciences, ancien examinateur des élèves à l'Ecole Polytechnique, démissionnaire, est nommé Professeur de Physique à l'Ecole Polytechnique, en remplacement de M. Perot, décédé.

Muséum d'Histoire naturelle. — *Chaire de culture.* — M. D. Bois, professeur, commencera son Cours le mardi 13 avril à 10 heures, dans l'Amphithéâtre de Zoologie et le continuera à la même heure, les vendredis et mardis suivants.

Il traitera des Arbres fruitiers indigènes et exotiques (suite), histoire et utilisation. Le Cours sera complété par les excursions suivantes :

15 avril. — Serres du Muséum, à 10 heures.

22 avril. — Laboratoire de culture, à 10 heures.

29 avril. — Jardin de Jussieu (annexe du Muséum, à Chèvreloup, près Versailles), par auto-car. S'inscrire au Laboratoire de culture avant le 23 avril.

2 mai. — Institut national d'Agronomie coloniale, à Nogent-sur-Marne. S'inscrire au Laboratoire de culture avant le 26 avril.

20 mai. — Ecole de botanique du Muséum, à 10 heures.

30 mai. — Exposition d'horticulture du Cours-la-Reine, à 9 heures. S'inscrire au Laboratoire de culture.

3 juin. — Pépinières Croux, au Val-d'Aulnay (Seine), par auto-car. S'inscrire au Laboratoire de Culture.

13 juin. — Principaux Etablissements d'Horticulture d'Orléans. Aller et retour dans la même journée. S'inscrire au Laboratoire de culture.

En octobre : Visite de l'Exposition d'horticulture du Cours-la-Reine.

Enseignement agricole. — Un concours pour douze emplois de professeurs d'agriculture sera ouvert à Paris, au siège de l'Institut national agronomique, le lundi 31 mai à 9 heures.

Pour tous renseignements concernant l'organisation du concours et le programme, voir le *Journal officiel* du 20 mars 1926, page 3481.

Université de Lille. — Le diplôme de docteur *honoris causa* a été remis à S. M. la reine des Belges, au cours d'une cérémonie solennelle qui comportait en outre l'inauguration de l'Institut des Sciences sociales.

Université de Dijon. — M. Cerf, maître de conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Strasbourg, est nommé professeur de Mathématiques pures à la Faculté des Sciences de Dijon (*J. O.*).

Université de Nancy. — M. Robert, professeur sans chaire à la Faculté de Médecine, est nommé professeur de chimie à la dite Faculté. L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 mars 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nicolas Kryloff* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur une méthode d'intégration approchée contenant comme cas particuliers la méthode de W. Ritz, ainsi que celle des moindres carrés.**

— *Leonida Tonelli* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la méthode d'adjonction dans le calcul des variations.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Pierre Copel* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur une propriété des courbes gauches et son application à la démonstration du théorème de Beltrami.**

CINÉMATIQUE. — *Joseph Pérès* (prés. par M. Hadamard). — **Un théorème concernant le mouvement à deux paramètres d'un solide.**

ÉLASTICITÉ. — *Rogoff* (prés. par M. Mesnager). — **Plaque rectangulaire posée supportant une charge P concentrée en son centre.**

MÉCANIQUE. — *Louis Roy* (prés. par M. L. Lecornu). — **La propagation des ondes sur la ligne élastique à quatre paramètres.**

ASTRONOMIE. — *H. Deslandres.* — **Aurore boréale et perturbation magnétique du 9 mars 1926 à l'Observatoire de Meudon.**

L'aurore boréale observée à Meudon, le 9 mars dernier, était en forme d'arc légèrement bleu à l'horizon, et au dessus d'un beau rouge, avec ses rayons caractéristiques très nets et de couleur plutôt blanche. Au même moment les enregistreurs magnétiques de l'Observatoire révélaient une déviation brusque.

Digitized by Google

Ces deux phénomènes sont à rapprocher des phénomènes identiques observés dans le même lieu le 26 janvier dernier. Ils sont dus à une action spéciale du soleil et, pour une large part tout au moins, à un rayonnement corpusculaire émané de lui et formé d'élections négatifs.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *A. Cotton.* — **Une observation d'une aurore boréale le 9 mars.**

Vu de la gare de Sèvres, à 20 h., le phénomène s'est manifesté par une lueur rouge violacé assez vive dans la direction de Garches. Une autre traînée semblable se voyait aussi dans la direction nord. A la même heure, M. Maurain a constaté, qu'au Val Joyeux, les courbes magnétiques témoignaient d'une perturbation très nette.

PHYSIQUE. — *T. Rocard* (prés. par M. Cotton) — **Diffusion de la lumière dans les liquides.**

L'auteur a recherché les causes des erreurs absolues susceptibles de pouvoir expliquer la différence de 0, 07 que l'on peut constater dans les valeurs de ρ, fournies par différents expérimentateurs, et qui, pour de faibles dépolarisations, conduit à des erreurs relatives de 100 % ou plus. Il s'est donc affranchi, autant qu'il lui a été possible, de ces causes d'erreurs dans les mesures qu'il a effectuées sur $C\,Cl^4$ et $C^6\,H^6$. Il indique les formules auxquelles l'ont conduit les résultats obtenus.

VISCOSITÉ. — *Jean Dubief* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la loi de viscosité des fluides en fonction de la densité.**

L'auteur reprend ici l'examen des formules qu'il avait données dans une note précédente (C. R. 180, 1925, p. 1164), et les rectifie.

SPECTROSCOPIE. — *Mlle O. Jasse* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la structure des bandes 4511 et 4123 du spectre de l'oxyde de carbone.**

D'après la théorie des spectres de bandes, la bande 4511 a le même état initial que celles qui sont sur la même ligne, 4123 a le même état initial que 4393; d'autre part 4511 et 4123 ont même état final, comme il en est de 4835 et 4393.

En résumé les bandes 4511 et 4123 de l'oxyde de carbone ont une structure plus complexe que les bandes de Hulten, mais possèdent les mêmes suites et appartiennent au même ensemble.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Lejeune* (prés. par M. Jean Perrin). — **Contribution à l'étude de l'oxydabilité des substances organiques.**

Le mécanisme de l'oxydation chimique est peu connu. L'auteur entreprend cette étude en faisant porter d'abord ses recherches sur les alcools primaires, les alcools secondaires, les aldéhydes et les cétones. Les résultats obtenus le conduisent à dire que les substances étudiées ne sont pas directement oxydables; pour réagir elles forment d'abord un complexe avec le solvant, ce complexe pouvant passer à un état activé directement oxydable.

— *Jean Cournot* (prés. par M. Léon Guillet). — **La cémentation des alliages ferreux par l'aluminium.**

Les essais ont été effectués par le procédé de cémentation dans le ferro-aluminium pulvérisé, et ont porté, principalement, sur l'acier extra doux au carbone. Il résulte des observations faites que la composition chimique de la poudre ferro-aluminium n'a pas d'influence sensible entre 40 et 50 % de fer en poids, mais son vieillissement est très net; la tenue à chaud est influencée par l'épaisseur initiale des couches et par la fraîcheur de la poudre; l'acier dur se cémente beaucoup moins vite; la fonte grise donne des résultats encore moins bons; les couches de solution solide, même interne, et même dans le cas de l'acier extra doux, ne sont pas malléables en surface.

CHIMIE MINÉRALE. — *T. Karantassis* (prés. par M. Urbain). — **Doubles décompositions entre les halogénures d'étain, arsenic, antimoine, bismuth, silicium, titane.**

L'échange de I contre Br ou Cl s'effectue toujours lorsque l'iode est combiné à l'élément dont le caractère métalloïdique est le plus accentué et que la réaction est d'autant plus complète que les éléments sont plus caractérisés l'un comme métal, l'autre comme métalloïde.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Maurice Delaville et Paul Carlier* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Dosages de petites quantités de potassium.**

Les auteurs décrivent un procédé de dosage permettant l'évaluation de quantités de potassium allant de un dixième de milligramme à quelques milligrammes avec une erreur ne dépassant pas 3 %. Ce mode de dosage a pu être utilisé même pour la détermination du potassium dans les milieux biologiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Hasenfratz* et *R. Sutra* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'oxydation de la harmaline et de la bromoharmaline.**

On peut passer facilement de la harmaline à la harmine par une simple oxydation, ce qui constitue une preuve certaine de l'identité de structure de deux alcaloïdes du *Peganum harmala*. En outre, la transformation de la bromoharmaline en isobromharmine montre que dans ces deux dérivés, le brome se rattache au même atome de carbone de l'édifice moléculaire qui les constitue.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *R. Lautz* et *A. Wahl* (prés. par M. Matignon). — **Sur une nouvelle synthèse de la phénylrosinduline.**

Les auteurs ont obtenu ce colorant par l'action de l'oxy — 2 — diphényliminonaphtoquinone — 1,4 sur un excès d'aniline chauffée vers 160 — 180° en présence d'un catalyseur comme l'acide benzoïque ou le chlorure de zinc.

L. FRANCHET.

LITHOLOGIE. — *H. Arsandaux.* — **Sur l'origine éruptive des gneiss basiques de Djabataouré (Togo).**

Au triple point de vue géologique, minéralogique et chimique, les roches orientées de Djabataouré sont les équivalents orthogneissiques des gabbros auxquels elles sont associées. Ces gneiss, profondément distincts des gabbros dont ils sont issus, par la structure et la composition minéralogique, n'en diffèrent que peu au point de vue chimique.

PALÉOBOTANIQUE. — *Auguste Loubière* (prés. par M. Costantin). — **Sur la flore et le niveau relatif de la couche houillère moyenne de Gages (Aveyron).**

Dans cette flore, les formes filicoïdes et celles « que l'on sait ou que l'on soupçonne avoir porté des graines » constituent par leur masse le fond de la végétation, les Cordaïtales sont abondantes. La couche houillère moyenne de Ganges semble donc devoir être située tout à fait à la base du Stéphanien moyen, sinon en partie au sommet de la zone des Cordaïtées.

BOTANIQUE. — *P. Choux* (prés. par M. Lecomte). — **Quelques nouvelles Sapindacées de Madagascar.**

Parmi ces espèces nouvelles, l'un, le *Manongarivea Perrieri* est une Aphaniée, l'autre, le *Strophiodiscus Jumelleï* est une Mélicoccée. Ces deux tribus n'avaient point jusqu'ici de représentants à Madagascar. La tribu des Cossignièes serait donc désormais la seule qui ne serait point connue dans cette île.

— *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'action des méthodes à imprégnation argentique sur les cellules végétales et sur les relations du vacuome et de l'appareil de Golgi.**

Les formations décrites dans les cellules animales sous le nom d'appareil de Golgi sont en grande partie attribuables

Digitized by Google

à un vacuome analogue à celui que mettent en évidence dans les cellules végétales, les colorations vitales au rouge neutre.

— *Albert Petit* (prés. par M. Molliard). — **Contribution à l'étude cytologique et taxinomique des Bactéries.**

Les Sulfuraires, malgré leur ressemblance avec les Cyanophycées, sont bien différentes de ces Algues par leur structure qui est semblable à celle des Bactéries ordinaires, sans noyau, ni corps central. Il existe, dans l'*Oscillospira*, un corps central tout à fait analogue à celui des Cyanophycées, ce qui démontre que ce genre doit être séparé des Bactéries et considéré comme une forme de Cyanophycées ayant perdu sa chlorophylle par suite d'adaptation au parasitisme. Il n'existe donc entre les Cyanophycées et les Bactéries que des relations très lointaines et l'on doit séparer ces dernières des Cyanophycées.

Chimie physiologique. — *L. Hackspill, A.-P. Rollet* et *Maurice Nicloux* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur l'argon du sang.**

L'argon, comme l'azote, se trouve dans le sang défibriné en quantité correspondant à son coefficient de solubilité et à sa pression partielle dans l'air.

Le caillot, desséché dans le vide, brûlé en présence d'oxyde de cuivre, ne donne lieu à aucun dégagement d'argon.

BIOLOGIE. — *L. Fage* et *R. Legendre* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Essaimage et rythme lunaire d'un Phyllodocien (*Eulalia punctifera* Grube).**

Il résulte d'observations concordantes de 1923, 1924 et 1925, que l'*Eulalia punctifera* essaime au dernier quartier de la lune d'août. Il semble en outre que, si le dernier quartier de la lune de juillet tombe assez tard dans la saison, comme en 1925 (11 août), l'essaimage peut se produire dès ce moment mais il est alors suivi d'un second essaimage plus réduit qui a lieu, comme en temps normal, au dernier quartier de la lune d'août.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Sédallian* et *J. Loiseleur* (prés. par M. Widal). — **Sur le fractionnement des protides du sérum et la désalbumination du sérum antidiphtérique.**

Si on amène un sérum à pH 4, 7, les sérumglobulines se trouvent dans un état d'équilibre instable que détruit toute modification apportée à leur charge ; il suffit d'ajouter une certaine quantité de Na Cl pour obtenir la floculation et l'isolement des globulines. Leur floculation commence vers une concentration de 20 % de Na Cl et est totale vers 33 %. Cette technique, appliquée au sérum antidiphtérique, permet de fractionner des constituants périodiques dont les propriétés antitoxines sont de plus en plus accusées.

— *S. Posternak* (prés. par M. Ch. Moureu). **Sur la répartition du phosphore dans le sérum et les globules rouges du sang.**

En dehors du phosphore lipoïde, le sérum ne contient pas de quantité sensible de phosphore en combinaison organique. Les hématies contiennent, par contre, du phosphore insoluble, de 6 à 11 % (globules de mouton). La nucléine en constitue probablement une faible part, les globules rouges examinés n'étant pas exempts de leucocytes. Il est surtout représenté par un sel ferrique insoluble du principe phosphoorganique des globules.

PROTISTOLOGIE. — *Louis Léger* (prés. par M. Henneguy). **Une Microsporidie nouvelle à sporontes épineux.**

L'auteur décrit une Microsporidie dont le sporonte est orné de longs prolongements aciculés régulièrement disposés. Cette microsporidie, qu'il désigne du nom de *Trichoduboscqia epeori*, parasite les larves d'*Epeorus* et de *Rhitrogena* (Ephémérides), hôtes habituels des torrents de haute montagne, dans le massif de Belledonne, près Grenoble.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *S. Metalnikov* et *V. Chorine* (prés. par M. Roux). **Du rôle joué par les hyménoptères dans l'infection de *Galleria Mellonella*.**

L'infection observée par les auteurs chez la mite des abeilles (*Galleria mellonella*) est causée par un très petit hyménoptère, le *Dibrachys boucheanus* Ratzle. Les chenilles meurent de 24 à 48 heures après avoir été piquées. C'est alors que les femelles *Dibrachys* déposent sur les téguments de la chenille morte de petits œufs transparents. Après trois à quatre jours apparaissent de petites larves qui commencent à sucer le cadavre, et qui se transforment, au bout d'une semaine, en petites chrysalides qui se détachent de la chenille morte. Au bout de dix jours apparaissent les insectes adultes.

P. GUÉRIN.

Séance du 22 mars 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Gevrey.* — **Nature analytique et prolongement des solutions des équations non linéaires des types elliptique et parabolique à invariables.**

— *J. Favard* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions harmoniques presque périodiques.**

ANALYSIS SITUS. — *A. Sainte-Laguë* (prés. par M. Émile Borel). **Les réseaux unicursaux et bicursaux.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Grynaeus* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la géométrie différentielle des espaces euclidiens et à courbure constante.**

— *E. Vessiot* (prés. par M. Goursat). — **Sur la géométrie conforme des surfaces.**

ÉLASTICITÉ. — *Boris Grimberg et Maurice Paschoud* (prés. par M. Boussinesq). — **Torsion d'un cylindre creux dont la section droite est limitée par deux cercles excentriques.**

MÉCANIQUE. — *Pierre Henry* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur la vitesse de déformation des métaux aux hautes températures.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Charles Platrier* (prés. par M. Mesnager). — **Vents périodiques et rafales critiques pour la flexion des pylônes haubanés.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Perturbation magnétique du 5 mars 1926 et perturbations des premiers mois de l'année.**

Dans une note précédente l'auteur a signalé les orages magnétiques accompagnés d'une aurore boréale visible en France les 26 janvier et 9 mars 1926, or le même phénomène s'était produit le 5 mars de 19 h. 50 à 20 h. 15. Au même moment les appareils magnétiques de l'Observatoire enregistraient un orage caractérisé par une forte déviation de l'aiguille aimantée à 18 h. 24 et resté notable jusqu'à 22 h. L'aurore et l'orage magnétique peuvent être rapportés à un groupe de petites taches (latitude —26°) qui a passé le méridien central le 3 mars à 18 h., et est accompagné d'une belle plage faculaire et de filaments.

MÉTÉOROLOGIE. — *L. Petitjean* (prés. par M. Bigourdan). — **Nouvelles recherches sur le déplacement des discontinuités.**

L'auteur avait précédemment indiqué un premier moyen de reconnaître l'air le plus « actif », moyen basé sur la construction des variations vectorielles du vent pour les points situés au voisinage de la surface. Dans cette nouvelle note, il en indique un autre basé sur la variation vectorielle des gradients thermiques. On détermine de 6 h. en 6 h. la variation vectorielle du gradient isentropique horizontal, en des points occupant la même position par rapport au front de discontinuité, puis on retranche géométriquement les vecteurs ainsi obtenus du côté de l'air froid de ceux obtenus du côté de l'air chaud. La composante normale au front des vecteurs résultant de cette opération est dirigée dans le sens du déplacement de la discontinuité et donne une idée de sa vitesse de propagation.

— *Louis Besson* (prés. par M. Bigourdan). — **Influence**

Digitized by Google

de la température d'un mois sur celle du mois suivant.

Angot avait émis l'opinion que la température d'un mois n'a, à Paris, aucune influence sur celle du mois suivant. L'auteur considère comme erronée cette manière de voir, et il appuie sa démonstration sur 120 années d'observations faites de 1803 à 1872 à l'Observatoire astronomique et de 1873 à 1922 à l'Observatoire météorologique de Montsouris. Dans chacune des deux séries, il a pris l'écart de la température moyenne de chaque mois à la moyenne générale du même mois dans la série.

MAGNÉTISME. — *A. Chatillon* (prés. par M. Cotton). — **Sur les différents états magnétiques du chlorure de cobalt.**

Par suite des nouvelles mesures effectuées on aurait, dans le chlorure de cobalt, quatre états magnétiques caractérisés par les nombres entiers consécutifs 23, 24, 25 et 26 magnétons. La démonstration de l'état à 24 magnétons était incomplète jusqu'ici et l'état à 25 magnétons était encore inconnu.

CRISTALLOGRAPHIE. — *G. Friedel.* — **Sur les radiogrammes des cristaux mixtes.**

Il est généralement admis que le cristal mixte serait, comme le cristal pur, régi par une période strictement définie, moyenne entre celles des cristaux purs constituants; dans cet édifice, géométriquement périodique, il y aurait substitution irrégulière d'un élément à un autre. L'auteur montre que cette conception est en contradiction avec le fait bien établi du placement des atomes dans le cristal.

PHOTOMÉTRIE. — *André Blondel.* — **Mesure du rendement photométrique des appareils optiques** (objectifs, lunettes, etc.).

Pour déterminer photométriquement le rendement d'une lunette ou d'un appareil de même ordre, on peut utiliser un luxmètre en combinaison avec une petite sphère diffusante intégratrice de flux (lumenmètre) de 15 à 20 cm. de diamètre, blanchie intérieurement et munie de petites ouvertures. Il suffit de mesurer le flux qui traverse l'appareil optique et de le comparer ensuite au flux lumineux incident sur le même appareil : le rapport des deux donne le coefficient de rendement photométrique.

ÉLECTROOPTIQUE. — *V. Posejpal.* — **Contrôle expérimental quantitatif de l'absorption de résonance des rayons X.**

Pour que le contrôle puisse être obtenu, aucun point de la feuille absorbante ne doit être traversé par un faisceau homogène. L'auteur s'est servi du tungstène comme radiateur et a placé la feuille absorbante du tungstène à 1 cm. environ devant la plaque photographique dans le spectrographe, en lui associant une série de quatre autres feuilles absorbantes de cuivre, d'épaisseur de 0 cm., 1009 à 0 cm., 1006, celle de tungstène ayant 0 cm., 0100. Les densités ont été observées au moyen d'un microphomètre; pour chaque raie on a déterminé l'épaisseur du cuivre équivalente en absorption à la feuille de tungstène, puis on a calculé le coefficient d'absorption du tungstène en partant de celui du cuivre. Les valeurs 1, 40 et 1, 25 trouvées correspondent sensiblement avec les valeurs théoriques 1,50 et 1,25.

POLARISATION ROTATOIRE. — *Louis Longchambon* (prés. par M. Fréd. Wallerant). — **Sur la dispersion rotatoire du camphre.**

L'auteur discute les notions physiques utilisées par M. Lucas qui, dans un travail récent a montré que les anomalies du pouvoir rotatoire du camphre en solution doivent provenir de l'existence dans ces solutions d'un corps gauche et d'un corps droit de dispersions différentes.

RADIOLOGIE. — *Miramond de Laroquette* (prés. par M. Vincent). — **Mesure ionométrique des rayons X incidents par unité de surface et des rayons X absorbés par unité de volume.**

Les indications données en radiothérapie par l'ionométrie des rayons X gagneraient en précision si elles étaient rapportées à une unité de surface. L'unité R de l'ionomètre de Salomon ne tient pas compte de la surface irradiée, la technique et le dispositif actuels de la chambre d'ionisation ne permettent pas de décompter la valeur des champs d'irradiation proportionnellement à leur étendue. L'auteur indique un dispositif et une technique qui comblent cette lacune.

La mesure des rayons incidents par unité de surface permet celle des quantités de rayons retenus et transformés dans les tissus par unité de volume.

PHOTOCHIMIE. — *Pierre Auger* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le rendement de la fluorescence dans le domaine des rayons X.**

Dans le cas de l'argon, choisi comme exemple, l'effet photo-électrique simple sur le niveau K a le même aspect que l'effet (simple et composé) sur le niveau L : on pourra donc seulement comparer la somme des probabilités de ces deux effets, à celle de l'effet composé sur l'anneau K. L'auteur indique les conditions expérimentales qui permettront d'éviter cette difficulté et qui lui ont donné pour le rendement de fluorescence dans K, pour le Krypton, $R = 0{,}51$. Le rapport J du nombre de quanta incidents absorbés dans les niveaux K et L_{II} a pour valeur 7,58.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Henry Le Chatelier.* — **Sur la théorie du four à cuve.**

La théorie du four à cuve a pour objet la détermination de la température à laquelle sortent en bas, les matières élaborées et au sommet les gaz brûlés. L'auteur étudie le problème en séparant complètement la loi élémentaire du phénomène et les perturbations occasionnées par les résistances passives, qui s'opposent aux échanges de chaleur. P, C, T et *p. c, t* représentant les masses, chaleurs spécifiques et températures des solides et des gaz, il détermine par des équations, accompagnées de graphiques, les températures T_1 et t_0 de sortie des matières chauffées et des fumées, ainsi que la répartition des températures à l'intérieur du four.

— *H. Colin et Mlle A. Chaudun* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Les variations de la constante d'hydrolyse avec la concentration du sucre.**

Dans l'hydrolyse du saccharose par les acides étendus la vitesse initiale n'est pas rigoureusement proportionnelle à la concentration en sucre; elle croît plus vite ou moins vite que la teneur en saccharose suivant que le catalyseur est un acide fort ou un acide faible.

Le saccharose n'intervient pas en tant que produit intéressé à la réaction, un non-électrolyte quelconque, neutre et sans action directe sur le phénomène, la glycérine par exemple, agit exactement comme le sucre.

L'addition de sucre et l'addition de glycérine produisent des effets identiques : accroissement de la constante de Wilhelmy dans le cas des acides forts, diminution lorsqu'il s'agit des acides faibles.

— *H. Forestier et G. Chaudron* (prés. par H. Le Chatelier). — **Étude thermomagnétique de quelques ferrites.**

Les auteurs ont étendu leur mode de préparation du ferrite de magnésium, $Fe^2\,O^3\,MgO$, à sept autres corps de formule $Fe^2\,O^3\,MO$ où M représente le nickel, le cuivre, le plomb, le baryum, le calcium, le cadmium, le zinc. Ils ont étudié les transformations que ces composés peuvent subir sous l'influence de la température. Ils ont pu ainsi classer les ferrites en trois groupes : 1° les ferrites de nickel, cuivre, magnésium, baryum, plomb; 2° les ferrites de calcium et de cadmium; 3° le ferrite de zinc.

— *Holweck* (prés. M. par Jean Perrin). — **Potentiel critique K des atomes légers.** (Réponse à une note de M. Dauvillier.)

La méthode décrite dans une Note précédente (*C. R.*,

Digitized by Google

182, 1926, p. 53) a été appliquée à l'oxygène, à l'azote et au bore. Les discontinuités, très franches, ont montré un fait nouveau ; elles possèdent une structure fine analogue à celle mise en évidence par la spectrographie cristalline pour les corps plus lourds : 1° une ou plusieurs lignes d'absorption précèdent la bande ; 2° cette structure dépend de la nature chimique dans laquelle est engagé l'élément. L'auteur donne l'explication de ce fait.

M. A. Dauvillier a donné récemment une Note (*C. R.*, 182, 1926, p. 575. *Recherches sur la décharge électrique dans les gaz et les rayonnements qui l'accompagnent*), M. Holweck en critique certaines conclusions.

— *Marcel Laporte* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mobilité des ions dans les gaz.**

L'auteur en fait la démonstration à l'aide de graphiques.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Jules Ventre et Emile Bouffard* (prés. par M. Lindet). — **Influence du sucre sur le dosage de l'ammoniaque dans les moûts de raisins.**

Il résulte des analyses, faites par les trois méthodes de Duclaux, Laborde et Muntz, que la rétention d'ammoniaque est bien fonction de la concentration du sucre et qu'elle est d'autant plus importante que la richesse en sucre est plus élevée.

Les auteurs ont recherché si la nature des sucres joue un rôle dans la rétention de l'ammoniaque. Le lévulose aurait une action beaucoup plus importante que le glucose. Le saccharose se montre sans action sur le dosage. On peut admettre que la rétention d'ammoniaque est uniquement le fait de sucres réducteurs avec lesquels il peut se former des corps azotés indécomposables par les bases fortes et semblables aux glucosines de Tanret.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone.**

Dans deux Notes récentes, l'auteur a décrit deux lactones isomères dont l'une fond à 82° et donne, en s'hydratant, un acide-alcool fondant à 142°. Celui-ci chauffé avec l'anhydride acétique, se convertit par isomération en un acide bibasique, transformation qui s'effectue également par ébullition avec l'acide chlorhydrique étendu. Cette isomération inattendue vient compléter la série des réactions curieuses et très spéciales fournies par le groupement éther-oxyde d'hydrate de cétone.

— *Marcel Bouis* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Synthèse de l'éthylallène.**

La synthèse de l'éthylallène est réalisée en partant du vinyléthylcarbinol préparé au moyen de l'acroléine et du bromure d'éthylmagnésium. L'éthylallène $C^2H^5-CH=C=CH^2$ est un liquide incolore, très mobile, d'odeur alliacée, bouillant à 44-45° sous la pression normale. Il précipite les solutions de chlorure mercurique. Ses constantes sont : $d_{20}=0{,}6890$. $n_D^{20}=1{,}4149$.

— *F. Salmon-Legagneur* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Cétones mixtes dérivées de l'α-mononitrile de l'acide camphorique.**

Le bromure de phénylmagnésium agissant sur l'éther méthylique de l'α-mononitrile de l'acide camphorique conduit a un composé dans lequel le groupement amidé se trouve en position β. Il est possible d'expliquer ce fait en admettant que le dérivé organomagnésien se cyclise avec élimination d'une molécule de $CH^2O\,Mg\,Br$ et formation d'un produit intermédiaire instable facilement hydrolysable.

L. FRANCHET.

ZOOLOGIE. — *L. Cuénot.* — **Description d'un Tardigrade nouveau de la faune francaise.**

Ce Tardigrade, nettement intermédiaire entre l'*Oreella* nu et les *Echinisci* cuirassés, constitue le type d'un nouveau genre, *Parechiniscus*, auquel l'auteur donne le nom spécifique de *chitonides*, en raison de l'épaississement cuticulaire de la face dorsale. Il a été rencontré dans des Mousses variées et dans des Lichens du groupe des Collémacées.

GÉOLOGIE. — *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la granulitisation des écrasements et la genèse des gneiss granulitiques du massif du Pilat, près Saint-Etienne.**

Les granulites du massif du Pilat sont postérieures aux écrasements postérieures, donc au charriage du Cristallophyllien. Les gneiss granulitiques eux-mêmes résultent de la granulitisation de gneiss anciens. Ce métamorphisme est postérieur aux phénomènes de laminage et par suite au charriage du Cristallophyllien.

PALÉONTOLOGIE. — *Mme P. Lemoine* et *G. Delépine* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Découverte du genre Solenopora dans le Jurassique de France.**

Les *Solenopora* d'abord décrits comme polypiers sont des algues calcaires voisines des Mélobésiées. Ils ont joué un rôle géologique important dans la construction des récifs coralliens. Au Paléozoïque, ce genre est représenté par quelques espèces en différentes régions de l'Hémisphère Nord. Au Jurassique, il n'était connu qu'en Angleterre ; les auteurs le signalent pour la première fois en France (Ardennes) dans deux étages : Bathonien et Argovien.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Nouvelles recherches sur l'hérédité acquise par greffe chez l'*Helianthus Dangeardi*.**

Tous les caractères signalés par l'auteur n'existaient pas chez la variété de Topinambour dont il s'est servi à l'origine et ils sont apparus seulement à la suite du greffage répété sur Soleil annuel. Ils sont, comme le caractère de la tuberculisation aérienne, devenus héréditaires par graines dès la première génération et se maintiennent depuis quatre ans. Ils sont la démonstration expérimentale de l'hérédité des caractères acquis par greffe : le Topinambour en question a conservé la mémoire des adaptations subies sous l'influence du changement de milieu et a donné une variété nouvelle bien distincte, dont l'origine est indiscutable.

MYCOLOGIE. — *M. et Mme Fernand Moreau* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **La reproduction sexuelle chez les Lichens du genre *Collema* et la théorie de Stahl.**

Les auteurs montrent que l'étude des *Collema* se refuse à fournir plus longtemps un appui à l'ancienne théorie de Stahl, maintenant rejetée au rang des doctrines désuètes. Le temps est venu pour tous de se soustraire définitivement à la pesante emprise que depuis un demi-siècle elle exerce sur beaucoup d'entre eux.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Aversenq, Jaloustre* et *Maurin* (prés. par M. L. Mangin). — **Développement du ricin en milieu thorifère radioactivé par addition de thorium X.**

A la dose de 10 microgrammes tous les quinze jours mêlés à de l'eau d'arrosage, le thorium X améliore non seulement le développement végétatif général des Ricins, mais augmente surtout le rendement des semences en nombre et en quantité.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Antonin Nemec* et *Mihovil Gracanin* (prés. par M. G. André). — **Influence de la lumière sur l'absorption de l'acide phosphorique et du potassium par les plantes.**

Toutes les plantes qui se développent sous l'influence des lumières colorées sont plus pauvres en matières minérales que celles qui ont été exposées pendant leur courte végétation à la lumière pleine du jour. Le taux de l'acide phosphorique des jeunes plantes ne semble guère varier sous l'action de la lumière de couleurs différentes. C'est surtout la teneur en potasse qui éprouve les changements les plus sensibles. La lumière verte provoque une diminution de la richesse en potasse, tandis que les plantes qui se sont

Digitized by Google

développées sous l'influence des rayons violets et rouges contiennent une quantité élevée de cette importante substance nutritive.

CYTOLOGIE. — *Parat* (prés. par M. Henneguy). — **Sur la constitution de l'appareil de Golgi et de l'idiozome; vrais et faux dictyosomes.**

L'auteur montre que la plupart des spécialistes de l'appareil de Golgi des cellules génitales mâles, se contentant d'observations vitales incomplètes, ont été amenés à confondre deux éléments différents. Parmi les vrais dictyosomes, il s'en est glissé de faux auxquels l'auteur donne le nom de *lépidosomes*, et qui sont des chondriosomes plus ou moins modifiés, souvent en écailles ou en croissants.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Boris Ephrussi* (prés. par M. F. Henneguy). — **Sur l'accélération inégale des différentes phases de la division cellulaire par l'élévation de la température.**

Les expériences ont porté sur les œufs d'Oursin et d'*Ascaris*. Le parallélisme entre les coefficients de température des différents stades de la mitose chez ces œufs est à peu près parfait. Ce parallélisme, dit l'auteur, ne peut pas s'expliquer par un hasard; aussi l'accélération inégale des différentes phases trouvées par Peter-Jolly n'est pas certainement due à une erreur d'observation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M. Bridel* et *C. Béguin* (prés. par M. L. Guignard). — **Synthèse biochimique, à l'aide de l'émulsine des amandes, de l'éthyl-l-arabinoside α.**

L'émulsine peut exercer son action sur des combinaisons glucosidiques dextrogyres alors qu'on la regardait, jusqu'ici, comme ferment spécifique des combinaisons glucosidiques lévogyres. Il est possible que cette action soit due à la présence, dans l'émulsine des amandes, d'un ferment spécial, une *l-arabinodidase α*.

L'éthyl-l-arabinodise α représente le premier pentoside obtenu par voie biochimique. P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Calcul des Probabilités, par M. Paul LÉVY, Professeur à l'Ecole Polytechnique. In-8° de 350 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

L'Auteur a pour but principal de donner de la loi des grands nombres une théorie mathématique bien assise; il y arrive en précisant la notion intuitive d'erreur accidentelle et en déduisant de là, par un raisonnement rigoureux, qu'elle obéit à la loi de Gauss. Pour cela, il utilise la notion de *fonction caractéristique*, indiquée autrefois par Cauchy, mais injustement oubliée, et que l'Auteur a lui-même retrouvée. Cette brève indication montre la différence de point de vue qui existe entre l'ouvrage de M. Paul-Lévy et la plupart des traités classiques, consacrés d'une manière presque exclusive aux applications de la loi précédente.

Une première partie assez étendue, et fort attrayante par son caractère philosophique, expose les principes généraux et établit la distinction entre ce qui est définition et raisonnement d'une part, argumentation d'ordre général de l'autre. La théorie mathématique est ensuite reprise entièrement, sous une forme qui en rend la lecture des plus accessibles.

Signalons, faute de pouvoir entrer dans plus de détails, le chapitre consacré à la théorie cinétique des gaz et une note de la plus haute importance concernant les lois de probabilité dans les ensembles abstraits. G. BOULIGAND.

Mémorial des Sciences Mathématiques, fasc. V, VI, VII, VIII, IX. Directeur, M. Henri VILLAT. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1925-26. — Prix du fascicule, 10 fr.

FASCICULE V : *Analyse fonctionnelle*, par M. Paul Lévy. — Ce fascicule est consacré principalement à l'étude des fonctions de lignes et de surfaces, qui prennent chaque jour, en Analyse et en Physique Mathématique, une importance croissante. Après avoir résumé la géométrie de l'espace fonctionnel, précisé la notion de variation, et indiqué des exemples, l'Auteur établit la théorie des équations aux dérivées fonctionnelles et expose les recherches relatives à l'intégration dans le domaine fonctionnel.

FASCICULE VI : *Le problème de Bäcklund*, par M. E. Goursat. — Soit à déterminer deux surfaces S et S', de manière qu'à chaque point M de la première, corresponde un point M' de la seconde, la droite MM' et le système des plans tangents en M et M' constituant une figure invariable. La solution comprend notamment des surfaces à courbure constante négative. C'est en généralisant ce problème que Bäcklund a été conduit à des systèmes aux dérivées partielles dont l'étude fait l'objet du présent fascicule, très important à divers titres (géométrie infinitésimale, problème de Pfaff, théorie des groupes, etc.)

FASCICULE VII : *Séries analytiques, Sommabilité*, par M. A Buhl. — Il s'agit du problème du prolongement analytique, qui a suscité depuis quarante ans des travaux si remarquables et si nombreux. L'auteur a condensé les résultats les plus importants autour des propriétés d'une intégrale double de forme appropriée, et par laquelle son exposé acquiert beaucoup de simplicité et d'élégance.

FASCICULE VIII : *Introduction à la gravifique einsteinienne*, par M. Th. de Donder. — Ce fascicule est la première partie d'une nouvelle synthèse de la Théorie de la Relativité, à laquelle seront consacrés deux autres opuscules. Le présent a pour but l'étude de l'espace et du temps, en s'inspirant des procédés créés par Einstein. Voici les principales subdivisions :

Chap I : champs de Minkowski, expériences de Michelson, Fizeau et Saguac.

Chap. II : champs d'Einstein, déplacement parallèle.

Chap. III : cinématique, composition des vitesses et des accélérations.

FASCICULE IX : *La géométrie des espaces de Riemann*, par M. Elie Cartan. — Nous n'avons pas ici à insister sur l'importance de cette théorie, pour elle-même et pour ses applications à l'ancienne et à la nouvelle mécanique. L'auteur utilise la méthode géométrique de Lamé, fondée sur l'emploi d'un système de référence mobile, et qui conduit à la notion d'espace euclidien osculateur. Le chapitre I traite des coordonnées curvilignes en géométrie euclidienne, le chapitre II montre ce qui, dans un espace de Riemann, subsiste des propriétés de l'espace euclidien, les chapitres III et IV étudient la courbure riemanienne, les chapitres V et VI sont relatifs aux variétés plongées dans un espace de Riemann, enfin le chapitre VII introduit les notions de degré de liberté et de groupe d'holonomie, que l'on doit à l'Auteur lui-même.

Il est à peine besoin de souligner l'importance et la beauté du but réalisé par les fascicules actuellement parus, dont l'ensemble constitue déjà pour le chercheurs un magnifique répertoire. G. BOULIGAND.

Digitized by Google

La Mécanique Nouvelle, par Henri POINCARÉ, avec une Introduction de M. E. Guillaume. In-8° de 80 pages avec figures, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

Ce volume a pour but d'établir la part prise par Henri Poincaré au développement de la théorie de la Relativité. Il se compose d'une conférence faite en 1909, par le Savant géomètre, au Congrès de Lille pour l'avancement des Sciences, de son mémoire du Cercle de Palerme sur la Dynamique de l'électron (1905) et enfin d'une note publiée peu de temps avant aux Comptes Rendus. Le Mémoire cité, qui reste important à divers titres, donne à la publication de cet opuscule un prix spécial.

G. BOULIGAND.

Lectures de Mécanique (la Mécanique enseignée par les Auteurs Originaux), par E. JOUGUES, Professeur à l'École des Mines, Répétiteur à l'École Polytechnique. Première partie : la Naissance de la Mécanique; in-8° de 240 p. avec figures. — Deuxième partie : l'Organisation de la Mécanique; in-8° 330 p. avec figures. Gauthiers-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

La mécanique, qui est une branche de la Physique, a été comme toutes les autres branches de cette science un champ offert au développement des théories les plus variées. L'ouvrage de M. E. Jouguet, par un savant assemblage de textes originaux, coupés de commentaires d'une haute portée philosophique, nous trace un vivant et pittoresque tableau de cette évolution, depuis Aristote jusqu'à nos jours.

Le premier volume nous fait assister à l'élaboration première de la Mécanique. L'auteur s'y est inspiré à la fois du livre bien connu de M. Mach et des travaux de Pierre Duhem sur les origines de la Mécanique moderne. Ne pouvant entrer ici dans le détail, signalons cependant les intéressantes notes qui enrichissent la nouvelle édition, et qui sont consacrées aux « Mécaniques » d'Héron d'Alexandrie, aux travaux de Torricelli sur le mouvement des graves, et à la doctrine de l'impetus.

Le second volume nous amène progressivement à la Mécanique, telle qu'elle existe aujourd'hui. Ayant en vue le côté physique des questions, l'Auteur se borne aux principes fondamentaux et aux lois essentielles et arrête son exposé au moment où ces principes et ces lois ont atteint la précision requise pour permettre à la déduction de s'exercer. Les additions du nouveau tirage ont ici pour objet : l'emploi du principe de la composition des forces en statique, la composition des forces chez d'Alembert, la démonstration directe du parallélogramme des forces, le principe du travail virtuel, le mode d'exposition de Poinsot; enfin, le mouvement absolu et la théorie de la relativité : cette dernière note sert de conclusion et confirme la résolution de limiter cet historique au cadre de la Mécanique classique. Et en fait, sans cette précaution, le même travail serait à accomplir pour la Physique tout entière. A défaut, l'Auteur nous fait du moins espérer l'apparition d'un volume consacré à l'histoire de la Thermodynamique. Qu'il nous permette de dire en terminant la sympathie unanime avec laquelle un tel livre serait certainement accueilli. G. BOULIGAND.

Essai sur les principes des théories physiques, suivi d'une théorie dynamique de la masse, par Maxime VINCENT. *Deuxième édition.* In-8 de 280 pages. Librairie Fischbacher, 33 rue de Seine, Paris. — Prix : 15 francs.

« Si l'on jette un regard d'ensemble sur la science moderne, on est frappé d'un double fait : de l'essor prodigieux que les découvertes ont donné aux arts, à l'industrie, et de la variété, parfois même de l'incohérence des théories qui tentent d'en faire la synthèse. » Ces théories semblent se diversifier et s'opposer de plus en plus à mesure que l'expérience s'étend.

L'auteur fait une critique sévère des diverses hypothèses ayant cours dans la science. Il propose lui-même une nouvelle théorie qui n'est pas exempte de métaphysique puisqu'elle assimile le monde à « un organisme moteur, une machine qui porte en elle sa puissance motrice. »

A. Bc.

La déduction relativiste, par M. E. MEYERSON. In-8 de 396 pages. Payot éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

On doit à M. Meyerson, outre le livre récent que nous analysons, deux autres importants ouvrages de philosophie scientifique : « Identité et réalité » et « De l'explication dans les Sciences » dont nous ne saurions trop recommander la lecture à ceux qu'intéressent les problèmes relatifs au sens et à la portée de la science.

Pour M. Meyerson, la science ne se borne pas, comme le pensent les positivistes, à l'observation des phénomènes et à l'établissement des lois. Elle a l'ambition d'être une explication véritable, c'est-à-dire une image et une rationalisation du réel. De là les entreprises sans cesse renaissantes d'explication et de déduction totales. L'œuvre d'Einstein est une entreprise de ce genre, sans doute imparfaite, mais qui, grâce aux progrès réalisés dans l'observation des phénomènes et dans la mathématique, est peut-être plus compréhensive que celle de Descartes.

Tout comme il l'avait fait à l'égard de conceptions analogues, M. Meyerson étudie celle d'Einstein, non pour critiquer les théories ou les expériences, mais, admettant les unes et les autres, pour dégager les procédés de pensée mis en œuvre. Il montre notamment que, loin d'être, comme on l'a souvent affirmé, un phénomène en quelque sorte tératologique, le relativisme s'est, tout au contraire, formé suivant le même processus que les autres théories que la science a vu éclore au cours de son évolution :

« Pour résumer brièvement, écrit M. Meyerson, l'évolution qui s'est produite entre la conception de Descartes et celle de M. Einstein, nous dirons que le premier a méconnu la spécificité des phénomènes gravitationnels, en se contentant de supposer qu'ils étaient explicables par des actions purement mécaniques telles qu'il les concevait, que Newton, en faisant ressortir cette spécificité, a ruiné le système cartésien, et que M. Einstein y est revenu, en montrant que la spécificité n'était qu'apparente, puisqu'on peut, en fin de compte, parvenir à identifier gravitation et inertie. »

Le livre de M. Meyerson est un de ceux que l'on relit et que l'on médite; il est nourri de faits et d'idées; il est fortement construit; la pensée est toujours précise, exprimée avec netteté, parfois même avec une élégance empreinte de lyrisme. A. Bc.

Les grandes étapes de la radio, par J. GUINCHANT. Fascicule I. *Les premières découvertes.* In-8° de 90 pages avec 60 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

M. Guinchant s'est proposé d'exposer, par ordre chronologique, l'histoire des grandes découvertes scientifiques que met à contribution la télégraphie sans fil par ondes électromagnétiques. De nombreuses étapes ont dû être franchies depuis les premières expériences sur les

Digitized by Google

décharges oscillantes des condensateurs avant d'arriver à l'état actuel de la radiotélégraphie. L'histoire de cette découverte est intéressante à plus d'un titre. Elle montre une fois de plus que l'esprit humain envisage rarement les solutions les plus simples d'un problème et qu'il n'y parvient qu'après une longue série de tâtonnements. « L'étude des travaux de Lodge, écrit M. Guinchant, montre combien est peu justifiée l'hypothèse d'une continuité logique dans le développement de la science. Quand une découverte est faite, on est porté, pour la classer plus facilement, à la considérer comme une conséquence immédiate de faits déjà connus. Toute l'histoire de la science montre, au contraire, qu'il y a dans son développement de grandes étapes. Arrivés à l'une d'elles, une foule de chercheurs s'efforcent d'en explorer les coins les plus reculés, d'en exploiter les plus minimes ressources, et subitement l'un d'eux trouve un sentier conduisant vers une étape nouvelle, plus vaste et plus riche. Celui-là est un inventeur, son mérite n'est en rien diminué par le fait que le même sentier avait été précédemment exploré sans succès. »

Certes la tâche entreprise par M. Guinchant est délicate. Bien souvent découvertes et brevets s'enchevêtrent d'une façon inextricable et il est bien difficile de reconnaître quel est celui qui a eu le premier l'idée originale et féconde. Cela n'est pas impossible « si l'on admet, écrit M. Guinchant, que devant l'histoire comme devant la justice l'auteur d'une découverte est celui qui l'a exposée le premier sous une forme réalisable ». M. Guinchant s'y est appliqué avec une scrupuleuse loyauté.

Les nombreuses indications bibliographiques seront précieuses à qui voudra contrôler par lui-même les affirmations de l'auteur et prendre connaissance des travaux originaux. L'exposition est très méthodique et très claire.

L'ouvrage sera complet en trois fascicules. Le premier, que nous présentons à nos lecteurs; comprend les premières découvertes de la radio, c'est-à-dire le champ hertzien, l'application à la radiotélégraphie et les bases théoriques de la radio-télégraphie. A. Bc.

La téléphonie automatique, description et fonctionnement des systèmes, notions d'exploitation automatique, applications aux réseaux des grandes villes, aux installations privées et aux réseaux ruraux à l'usage des services d'exploitation, par J. Milhaud, ancien élève de l'École polytechnique. Préface de J.-B. Pomey. In-8° de 342 pages et 199 figures. Dunod, éditeur, Paris, 1925. — Prix : 35 francs.

Dans l'exploitation d'un réseau téléphonique manuel à batterie centrale, la part que l'abonné prend à l'établissement de la communication qu'il a demandée est limitée à l'énonciation du numéro qu'il désire. Une téléphoniste est toujours prête, au central auquel il est rattaché, à recevoir ses demandes et à accomplir les formalités nécessaires pour lui donner satisfaction. Dans un petit bureau, un appel *local* est ainsi immédiatement complété, par l'opératrice même qui a pris la demande. Dans un bureau de plus grande importance, l'appel d'un abonné appartenant au même réseau peut demander l'intervention de plus d'une opératrice.

M. J. Milhaud expose les principes généraux utilisés en téléphonie automatique dans laquelle les opératrices sont complètement éliminées. Un bureau équipé en automatique contient encore des organes de commutation, plus nombreux et plus complexes qu'un bureau manuel, et chacun d'eux réagit suivant une loi prédéterminée; il remplit une fonction bien définie.

Comme l'abonné ne peut plus transmettre oralement sa demande, il le fait par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission d'appel qui est ajouté à son appareil. Celui-ci permet de manœuvrer à distance les organes disposés au bureau central.

L'automatique demande donc une certaine activité de la part de l'abonné; en revanche, il lui procure des avantages incontestables. M. Milhaud n'entre dans le détail que pour les systèmes qui ont reçu la consécration de la pratique et bénéficient, en France, d'une application plus ou moins étendue; le système Strogwer, le système à relais, celui de la Western Electric Company, celui d'Ericsson. Après chaque description, il note l'application qui a été faite. On peut ainsi lire, après l'exposé de chaque invention, la monographie d'une installation française basée sur le système qui vient d'être décrit.

L'ouvrage conçu avec méthode, écrit avec clarté, s'adresse aux techniciens, aux élèves qui ont à apprendre les principes fondamentaux, aux agents mécaniciens, aux inventeurs et à tous ceux, nombreux à notre époque, qui s'intéressent aux applications de la science.

A. Bc.

Introduction à la Géologie, par J. Leuba, Docteur ès-sciences. In-16 de 216 pages avec 60 figures (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr.

L'auteur nous montre, dans ce petit livre, que la Géologie n'est point cette science aride, accessible seulement à certains esprits privilégiés, en raison des nombreuses connaissances qu'elle exige en Zoologie, en Botanique, en Biologie, en Chimie et en Physique.

Il met en œuvre ces différentes sciences pour expliquer les phénomènes qui conduisent à l'enchaînement des faits. Il ne nous expose pas une géologie d'ordre exclusivement descriptif, qui n'est souvent qu'une sèche nomenclature, mais une géologie raisonnée.

L'exiguïté des volumes de cette collection n'a permis à l'auteur qu'une esquisse générale, mais exposée de telle sorte qu'elle est susceptible de faire naître des vocations, résultat heureux, s'il est atteint, car la Géologie tend actuellement à être quelque peu délaissée.

L. Ft.

Les grandes régions de la France. — Description photographique avec notices géographiques. Dix albums composés par E. de Martonne, Professeur de Géographie à la Sorbonne (avec la collaboration de P. Feyel et de M. Teissier). *Région Méditerranéenne.* 32 pages de texte, 61 planches et 3 cartes. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

M. de Martonne a été heureusement inspiré en entreprenant la publication de cette collection d'albums destinée à faire connaître quelques-uns des beaux sites de France que tant de Français ignorent, parce qu'ils croiraient déroger en ne s'extasiant pas sur les sites étrangers qu'ils limitent du reste, la plupart du temps, aux stations mondaines lancées par d'alléchantes réclames.

M. de Martonne, dans cette publication aussi artistique qu'instructive, n'a pas réédité les vieux clichés conventionnels, mais il a réalisé une œuvre vraiment nouvelle en nous montrant des photographies répondant à un but bien déterminé : faire connaître la France par la beauté de ses paysages, ses richesses artistiques, la fertilité de son sol, ses productions variées à l'infini.

Mais, en même temps, il a voulu donner aux géologues et aux géographes une série de documents d'une incontestable valeur.

L'auteur a largement utilisé la photographie aérienne :

Digitized by Google

innovation heureuse, car elle seule peut nous révéler la morphologie du sol et la disposition des cités.

L'œuvre de M. de Martonne sera hautement appréciée non seulement par les services qu'elle est appelée à rendre, mais parce qu'elle contribuera certainement à propager le goût de la Géographie.

Ajoutons que le soin apporté par l'éditeur à la publication de cette collection ne mérite que des éloges.

L. FRANCHET.

Traité élémentaire de physiologie, par E. GLEY, Professeur au Collège de France. *Sixième édition*, Tome II. In-8° de 558 pages avec nombreuses figures. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix des 2 volumes : 60 fr.

Nous avons présenté à nos lecteurs, le 28 mai 1925, le tome I du Traité si estimé du Professeur Gley ; avec ce nouveau volume s'achève donc la publication de la sixième édition. Celle-ci a été si soigneusement remaniée et mise à jour qu'on ne saurait trouver un exposé plus complet de la science physiologique et mieux au courant de ses plus récentes acquisitions.

Alors que le tome I traitait principalement de la digestion, de la circulation et de la respiration, le tome II est consacré à l'étude de la nutrition proprement dite, des fonctions de reproduction, des fonctions d'excrétion, de la chaleur animale, des fonctions sensorielles, des fonctions du système nerveux et de la physiologie générale. Une table alphabétique très complète et une table des noms d'auteurs, communes aux deux volumes, permettent d'y retrouver très facilement les données concernant un point quelconque de la physiologie.

Cette nouvelle édition met à la disposition des étudiants, des praticiens et des chercheurs un livre plus que jamais capable de les intéresser à la physiologie, de leur en faciliter l'étude, d'éveiller en eux le goût de l'expérimentation et de les aider dans leurs recherches. Quand on a parcouru les deux volumes, on n'est pas étonné du succès persistant d'un ouvrage qui est, à la fois et avec la même perfection, un livre d'étude et un instrument de travail.

A. BERTHELOT.

Les variations du corps humain, par le Dr L. DUBREUIL-CHAMBARDEL. In-8 de 250 pages avec 104 figures (*Bibliothèque des connaissances médicales*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix 10 francs.

Les variations morphologiques du corps humain ont de tout temps attiré l'attention des observateurs puisqu'on en trouve des indications dans les mythologies les plus anciennes ; elles ont pris récemment une grande importance clinique parce qu'elles sont fréquemment le point de départ d'affections graves et qu'elles ont souvent, de plus, des conséquences sociales importantes. Le Dr Dubreuil-Chambardel vient de leur consacrer un très intéressant ouvrage. Bien que l'auteur n'ait pas traité les véritables monstruosités incompatibles avec la vie ni la plupart des variations des organes internes, le domaine qu'il parcourt est encore extraordinairement vaste.

Il étudie en effet les variations générales du corps (nanisme et gigantisme, asymétrie, achondroplasie) puis celles du tronc (déviations et modifications du rachis, absence du pectoral, absence de clavicule), puis les variations des différentes parties de la tête, celles des mains et des pieds (hyper et hypodactylie, syndactylie), le démentèlement des membres (disparition du cubitus, de l'humérus, du péroné, du fémur), les variations génitales (hermaphrodisme, utérus double, ectopie testiculaire, mamelles supplémentaires, etc.), et enfin les variations du tégument (absence de poils et hypertrichoses, ongles, cornes, etc.).

Dans chacun des chapitres l'auteur, après avoir rappelé les exemples typiques, cite les très nombreux cas, dont beaucoup inédits, qu'il a étudiés à Tours. C'est là un exemple de l'avantage d'une certaine décentralisation, il est évident qu'en ce qui concerne, notamment, l'hérédité des variations, il est plus facile de suivre une famille tourangelle, encore assez condensée, qu'un cas de la capitale, éloigné généralement de ses origines.

Chaque fois que cela a été possible, l'auteur a fourni une explication embryologique ou physiologique de la variation étudiée. Il a suivi les différences d'amplitude d'une même variation qui vont par exemple de l'absence d'une phalange à l'absence totale d'un membre (ectromélie) ou d'un hymen double à un utérus didelphe. De plus, il insiste sur l'hérédité des variations, hérédité qui peut être continue, comme pour cette famille de Loches dans laquelle l'hyperdactylie se transmet depuis le XVIIIe siècle, ou discontinue, ou limitée à un sexe, tel le cas de cette famille où le bec de lièvre n'existe que chez les garçons, les filles étant indemnes mais transmettant la malformation à leurs fils.

L'ouvrage du Dr Dubreuil-Chambardel possède de plus une qualité trop rare de nos jours, la concision. La lecture de presque tous les ouvrages qui traitent des variations et des monstruosités est fastidieuse par l'abus de termes compliqués et souvent inutiles et par la longueur des descriptions ; ici rien de tel, une définition simple et claire, quelques lignes résumant l'essentiel, une figure, le cas est suffisamment décrit et on se prend à déplorer l'absence d'indications bibliographiques qui eussent transformé cette œuvre de mise au point en un véritable instrument de recherche.

F. C.

Die natürlichen Pflanzenfamilien d'ENGLER et PRANTL. *Deuxième édition*, publiée sous la direction de A. ENGLER. Tome XI : *Mousses*, 2e partie, par V. F. BROTHERUS. In-8° de 542 pages, avec 376 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 34 marks-or.

Ce volume fait suite à celui que nous avons analysé récemment et achève, dans l'ouvrage si apprécié d'Engler et Prantl, ce qui est relatif aux Mousses proprement dites, puisqu'un volume sera réservé aux Hépatiques. Il est entièrement rédigé par V.-F. Brotherus et contient la description de tous les genres appartenant aux nombreuses familles qui constituent les ordres des Isobryales, des Hookeriales, des Hypnobryales, des Buxbaumiales, des Polytrichinales et des Dawsoniales.

Les pages 524 à 535 renferment les additions et les corrections des tomes X et XI. Une liste alphabétique comportant sept pages sur trois colonnes contient tous les noms d'ordres, familles et genres décrits dans les deux volumes consacrés aux Mousses.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'intérêt considérable que présente, pour les bryologistes, la monographie si complète que constituent ces deux tomes ; l'ensemble qu'ils forment permet dès maintenant à tous les botanistes d'apprécier l'importance des améliorations et des additions dont cette nouvelle édition des « Pflanzenfamilien » a été l'objet.

A. BERTHELOT.

Le problème cotonnier et l'Afrique occidentale française. *Une solution nationale*, par Henry BLOUD, avocat à la Cour d'Appel de Paris. In-8° de 350 pages avec 2 cartes. Larose, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

L'importation du coton en France entraîne une exportation de capitaux qui s'élève à la somme énorme de

Digitized by Google

4 milliards, alors que nos colonies pourraient pourvoir largement à nos besoins en coton comme en bien d'autres denrées de première nécessité.

Le cotonnier pousse à l'état sauvage dans toute l'Afrique occidentale française et la partie ouest de Madagascar, mais, seule, l'Afrique occidentale, pays généralement sain et habitable par l'Européen, a donné lieu depuis vingt ans à d'importants essais ayant abouti ces dernières années à la création de plusieurs et importantes sociétés agricoles cotonnières. M. Henry Bloud apporte l'historique et le résultat de ces essais qui ont permis de déterminer en Côte d'Ivoire une zone d'environ 300.000 kilomètres carrés, desservie par la voie ferrée en construction Bingerville-Ouagadougou, où la culture cotonnière peut être pratiquée comme aux États-Unis. Il expose ensuite le vaste programme de l'ingénieur Bélime, actuellement adopté, dont l'exécution est commencée, qui a pour objet de transformer progressivement la vallée du Moyen-Niger entre Bamako et Tombouctou en une Mésopotamie française. Une partie importante intitulée *Pour une politique du coton en A.O.F.* contient des vues originales et neuves, sur la mise en valeur de la colonie.

Cet intéressant ouvrage sera lu avec profit par les économistes, les financiers, les industriels et tous ceux que préoccupe le relèvement de notre pays. L. Fr.

Les Mollusques marins du Finistère et en particulier de la région de Roscoff, par Ph. Dautzenberg et P.-H. Fischer. In-8°, 180 pages, 1925.

Ce travail, paru dans le troisième fascicule des *Travaux de la station biologique de Roscoff* publiés par le professeur Ch. Pérez, est un inventaire des Mollusques de la région de Roscoff, et renferme des documents sur l'habitat et aussi sur la biologie des divers représentants de ce groupe. A. Drz.

Réflexions d'un biologiste sur l'objet, les méthodes et les limites de la Psychologie, par R. Anthony, Professeur au Muséum et à l'École d'Anthropologie. In-12 de 70 pages. Vrin, éditeur, Paris. — Prix 5 fr.

Dans ce travail, M. R. Anthony, après avoir défini la psychologie « la science des faits de conscience en tant que faits de conscience », étudie ses méthodes et en montre les grandes difficultés, comparativement à celles des sciences objectives, puisqu'elles se réduisent à l'introspection, au témoignage et à l'inférence, ces deux derniers n'étant de plus que des procédés indirects.

S'appuyant sur les définitions et les raisonnements des deux premiers chapitres l'auteur marque dans un troisième, le plus original, les limites de la psychologie. Il établit que, si on distingue, ce qui est une nécessité dans l'état actuel de nos connaissances, une psychologie, il est impossible de concevoir une « psychologie objective » comme le voudrait Betcherew; il démontre aussi que l'impossibilité rigoureuse d'établir l'existence d'un fait de conscience chez un animal doit faire supprimer de notre langage l'expression « psychologie animale »; il prouve enfin que la « psychologie de l'inconscient » est inconcevable si l'on prend le mot inconscient dans son sens rigoureux et exact et qu'elle se réduit à une psychologie du subconscient.

Dans un dernier chapitre, l'auteur étudie les rapports logiques de la psychologie avec les autres branches de la science et il indique que si la psychologie tend à devenir partie de la physiologie, c'est surtout aux récents progrès de celle-ci qu'elle le doit.

La lecture de cet original opuscule nous montre en tous cas que les questions de mots et de définition jouent en Science un beaucoup plus grand rôle qu'on est tenté de le croire généralement; cet ouvrage, écrit pour les biologistes et les psychologues sera lu avec profit par tous les logiciens. F.C.

Traité théorique et pratique de Psychanalyse, par le Dr Ernest Jones. Traduit avec l'autorisation de l'auteur par le Dr S. Jankelevitch. In-8° de 896 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Voici vraiment la « Somme Psychanalytique »; tous ceux-là devront s'y reporter qui s'intéressent à ce singulier mouvement d'idées, à l'allure de plus en plus philosophico-religieuse, dont l'extension à l'étranger prend des proportions insoupçonnées. L'auteur est un disciple fervent et orthodoxe de Freud; il le défend avec vigueur contre les dissidents et contre les adversaires de l'Ecole; mais c'est aussi un praticien et un penseur original qui ne craint pas d'illustrer ses exposés didactiques de réflexions et de faits empruntés à sa très riche expérience personnelle.

Après un résumé succinct des principes de la psychologie freudienne (Inconscient, dynamique des tendances, répression, sublimation, sexualité infantile, etc...), il envisage successivement les phénomènes de la vie normale : actes manqués, rêves..., puis établit la valeur de la méthode diagnostique et thérapeutique des Psychanalystes, qu'il oppose aux thérapeutiques fondées sur la suggestion; il démontre cette valeur sur quelques cas particuliers : amnésies, folie simulée, névroses, phobies, chocs de guerre, etc...; enfin il consacre ses derniers chapitres à la vie mentale inconsciente de l'enfant et à ses répercussions sur le caractère de l'adulte.

Les exposés sont clairs et précis, les discussions souples et habilement menées, les faits et les références innombrables. Cependant les répétitions fréquentes révèlent une certaine absence d'unité et paraissent établir qu'il s'agit d'un recueil d'articles assemblés après coup. Il est d'autant plus regrettable qu'une table analytique ne vienne pas au secours du lecteur. — Quant à la traduction, il est superflu d'en louer les mérites, on sait que le Dr Jankelevitch y est difficilement égalable.

Nous sera-t-il permis d'ajouter que, malgré son incontestable valeur, cette nouvelle apologie du freudisme ne nous semble pas devoir réussir à faire accepter en France ses principales thèses; au contraire, certains chapitres, comme ceux sur le symbolisme et l'érotisme anal, seront considérés par beaucoup comme la meilleure de ses réfutations — la réfutation par l'absurde. Qui sera disposé à admettre que du simple fait de la constipation infantile puissent résulter des dispositions à la ponctualité, à l'avarice, à l'autoritarisme, au perfectionnement moral, à l'ascétisme, au sadisme, aux arts plastiques, à la malpropreté, etc..., etc..., et que les gaz intestinaux puissent être liés à la fois aux idées d'esprit et d'âme, à la culture poétique et musicale, — et à la télépathie? Le vrai postulat de la Psychanalyse, ne serait-ce pas le « n'importe-quisme »? R. Troude.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Le Gérant : M. Hedan.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 8 — 64e ANNÉE — 24 AVRIL 1926

LES DÉPLACEMENTS DES POLES

Découverte successive des mouvements de la terre

Lorsque l'immortel Galilée s'évertuait à soutenir contre l'ignorance et la superstition l'existence de deux mouvements dans notre planète, il était bien loin d'entrevoir que, 250 ans plus tard, on aurait constaté pas moins de treize classes de mouvements du globe. Après Copernic, le savant italien avait soutenu que la Terre décrit une orbite circulaire autour du Soleil, situé au centre, et qu'en même temps elle tourne autour d'un axe idéal, de la même manière qu'une roue tourne autour de son axe matériel. D'après cet astronome, l'axe de la Terre gardait toujours la même direction dans l'espace, c'est-à-dire restait toujours parallèle à lui-même.

Képler introduisit le concept du mouvement elliptique, qui fait varier continuellement la distance de la Terre au Soleil. Newton, par ses recherches théoriques, ajouta à ces mouvements la variation de la direction de l'axe terrestre dans l'espace, cet axe décrivant la surface latérale d'un cône droit d'environ 47° d'ouverture. Ce mouvement expliquait le phénomène de la précession découvert par Hipparque, 150 ans avant notre ère. Bradley, vers 1745, découvrit par l'observation une oscillation de la génératrice du cône de la précession, c'est-à-dire la *nutation principale*.

Clairaut, d'Alembert, Euler, G. Herschel, Lagrange, Laplace, Poisson et Poinsot complétèrent ces recherches, en montrant, par exemple, que la précession et la nutation se composent d'une foule de mouvements donnant lieu à une vingtaine de termes, dont les grandes Éphémérides tiennent compte lorsqu'elles donnent à l'avance les positions des étoiles rapportées à un système d'axes toujours en mouvement.

Devant toute cette complication, Copernic et Galilée resteraient ébahis et presque effrayés, en constatant les conséquences de leur action scientifique. Peut-être éprouveraient-ils un sentiment analogue à celui de quelqu'un qui, voulant tout simplement allumer le feu, aurait provoqué un vaste incendie. Et ce n'est pas tout ! Outre les mouvements de translation de la Terre autour du Soleil et de tout le système solaire dans l'espace, outre les variations des éléments de l'orbite terrestre et le changement de la direction de son axe dans l'espace, on s'occupe depuis cinquante ans des déplacements de l'axe de rotation *dans l'intérieur du globe terrestre*. En effet, dans tous les autres mouvements on envisage toujours le globe dans son ensemble, avec son axe immobile par rapport au globe lui-même ; au contraire, avec des recherches récentes on constate que l'axe de rotation change continuellement de place dans l'intérieur du globe, en passant toujours par son centre de gravité (ou d'inertie si l'on veut). De sorte que l'axe de rotation, cette ligne droite idéale, perce la surface de l'ellipsoïde terrestre en des points différents suivant les différentes époques. On dirait que c'est en vain que les explorateurs polaires Peary et Amundsen ont planté leurs pavillons aux endroits où, d'après eux, se trouvaient les pôles de la Terre. Un instant après, leurs pavillons ne marquaient plus les positions des deux pôles !

Du reste, pendant ces 50 dernières années on

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs

**

Digitized by Google

n'a fait que vérifier par l'observation l'exactitude de la théorie du grand géomètre Euler. Ce savant s'étant beaucoup occupé de la rotation d'un corps absolument rigide autour de son centre d'inertie, avait annoncé que, si l'on compare la Terre à un corps absolument rigide, son axe de rotation ne peut garder une position absolument fixe dans son intérieur, mais au contraire il s'y déplace continuellement. Nos observations n'ont fait que confirmer cette théorie ; mais avec combien de complication ! Peut-être le grand géomètre suisse en serait-il étonné lui-même.

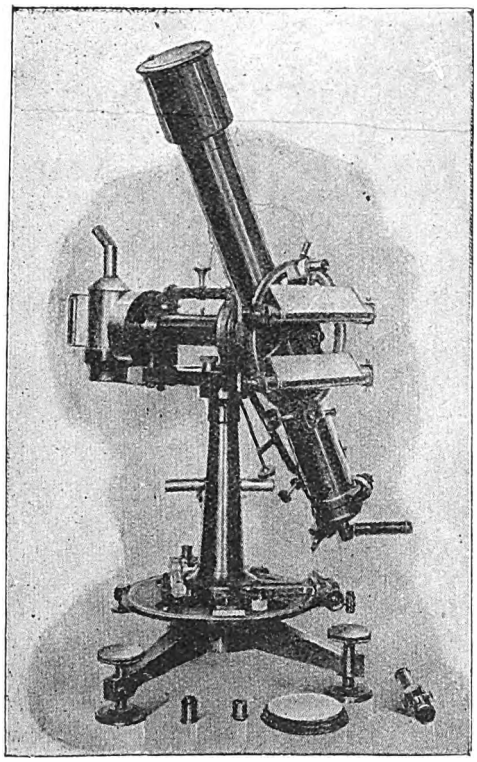


Fig. 133. — Lunette zénithale.

Dans toutes les géographies ou cosmographies élémentaires on dit que la Terre tourne *autour d'un axe*. Dans la Mécanique céleste, au contraire, on établit que notre globe tourne *autour d'un point* qui est son *centre d'inertie*. Sans doute, notre planète est loin d'être un corps absolument rigide ; toutefois cette théorie de la Mécanique céleste peut nous donner une idée assez approchée de la manière suivant laquelle s'accomplit la rotation terrestre. Les recherches des géologues et des géophysiciens, aussi bien que des astronomes qui étudient dans le ciel les mouvements de la Terre, ont porté à conclure que la rigidité de notre planète est inférieure à celle de l'acier et égale à peu près à celle du verre. Chose étonnante ! Ce ne sont pas les observations de ceux qui examinent l'intérieur de notre globe, mais les observations astronomiques, les déterminations de latitude, qui nous ont fait comprendre que lorsqu'on s'occupe des déplacements de l'axe terrestre ce n'est pas assez de s'occuper de la rigidité intérieure du globe, mais il faut compter aussi avec les déplacements de matière à sa surface et dans son atmosphère.

Les quatre axes de la Terre

Puisque notre esprit ne se forme pas facilement l'idée du mouvement de rotation d'un corps solide autour d'un point, pour aboutir d'une manière facile aux lois qui règlent ce mouvement et pour en établir les équations différentielles, on substitue au mouvement de rotation autour d'un point celui qui s'accomplit autour d'un axe. Toutefois, pour rester dans la réalité des choses, on doit supposer que cet axe se déplace continuellement dans l'intérieur du corps, en passant toujours par le centre de la rotation. On est aussi amené à imaginer dans ce corps en rotation un ellipsoïde idéal d'inertie, à trois axes. La rotation n'est stable que si elle a lieu autour du plus grand axe ou du plus petit. On distingue aussi trois axes polaires. Le premier est l'axe polaire principal *d'inertie*, qui correspond à la distribution de la masse dans le corps, d'où les moments d'inertie de toutes les molécules du corps. Le second est l'axe du couple résultant ou de la *quantité de mouvement*. Cet axe, tant que l'on envisage la rotation simple, non perturbée (cas d'Euler) est absolument fixe dans l'espace, sa direction étant celle de la perpendiculaire au *plan invariable*. Le troisième axe est celui de la *rotation instantanée*, ou *axe instantané*, puisqu'on a substitué la rotation autour d'un axe mobile à celle autour d'un point fixe. Ce dernier axe et celui d'inertie — en se déplaçant dans l'espace — décrivent les surfaces latérales de deux cônes dont les ouvertures sont très petites, autour de l'axe de la quantité de mouvement.

Si l'axe de rotation est le plus grand de l'ellipsoïde d'inertie, les deux axes dont nous avons parlé tout à l'heure se trouvent du même côté de l'axe de la quantité de mouvement ; si, au contraire, la rotation s'accomplit autour du plus petit axe, celui d'inertie et l'axe instantané se trouvent des deux côtés opposés par rapport à l'axe de la quantité de mouvement. Dans tous les cas, ces trois axes sont toujours dans le même plan (théorème de Poinsot).

Si deux des moments principaux d'inertie du corps sont égaux, l'ellipsoïde d'inertie est un ellip-

Digitized by Google

soïde de révolution. Dans ce cas, les cônes décrits par l'axe instantané et par l'axe d'inertie dans l'espace sont des cônes droits, dont les ouvertures sont fixées par la différence entre les deux moments principaux d'inertie du corps.

Le déplacement de l'axe d'inertie, qui est fixe dans le corps mais mobile dans l'espace, se combinant avec le mouvement de rotation qui a une durée différente, donne lieu à un lent déplacement de l'axe instantané dans l'intérieur du corps. L'extrémité de l'axe instantané sur l'ellipsoïde d'inertie s'appelle le *pôle instantané*, et celui-ci décrit sur l'ellipsoïde une courbe que l'on appelle *polhodie*. Dans le cas d'un ellipsoïde de révolution la polhodie est un cercle.

Si le corps en rotation est assujetti à des perturbations, on a le mouvement troublé (cas de Lagrange), et alors l'axe de la quantité de mouvement n'est plus fixe dans l'espace. Toutefois, les mouvements relatifs des deux autres axes autour de lui restent les mêmes malgré les perturbations extérieures. C'est le cas de la Terre, dans laquelle le renflement équatorial donne lieu à l'attraction différentielle de la Lune et du Soleil, d'où la précession et la nutation.

Passons maintenant à la Terre et regardons-la comme un corps rigide. Ses deux moments d'inertie A et B sont, à peu de chose près, égaux entre eux ; donc pour notre globe, l'ellipsoïde d'inertie est un ellipsoïde de rotation. Les observations et les calculs relatifs à la précession nous permettent d'établir que les deux moments principaux de cet ellipsoïde (C d'un côté et A-B de l'autre) ont entre eux le rapport $\frac{306}{305}$. Donc l'ouverture du petit cône que décrit dans l'espace l'axe instantané, est $\frac{1}{306}$ de l'ouverture du cône décrit par le pôle d'inertie, qui est déjà si petite. Il s'ensuit que dans la plupart des questions on considère, dans la Terre, l'axe instantané comme coïncidant avec celui de la quantité de mouvement.

Puisque effectivement la rotation terrestre s'accomplit autour de son centre d'inertie et que c'est par commodité que nous introduisons l'axe instantané de la rotation, il y a toujours une correspondance entre un déplacement de cet axe dans l'espace et un autre déplacement corrélatif dans l'intérieur du globe. Donc, au grand déplacement dans l'espace qui donne lieu à la précession, correspond un petit déplacement dans l'intérieur du globe (cône de 0″,02 d'ouverture), qu'on appelle *nutation diurne*, ou mieux, *polhodie secondaire*. De même au très petit déplacement dans l'espace (cône de 0″,0006 d'ouverture) il correspond un déplacement 1.000 fois plus grand dans l'intérieur, d'où la *polhodie* ou chemin du pôle instantané sur le globe.

Expliquons encore mieux l'origine de la polhodie terrestre. La rotation s'accomplit à fort peu près dans l'espace d'un jour sidéral, tandis que les petits cônes décrits par l'axe instantané et l'axe d'inertie le sont en un jour sidéral moins $4^m,42^s$, à cause de la différence des moments principaux. Puisque on peut considérer l'axe instantané comme confondu avec l'axe de la quantité de mouvement et, comme lui, *fixe dans l'espace*, tandis que l'axe d'inertie fixe dans le globe, et mobile avec lui dans l'espace, décrit son cône en moins de temps qu'un jour sidéral, il s'ensuit que l'axe instantané se trouve en avance sur la rotation et, en restant toujours fixe dans l'espace, se trouve déplacé dans *l'intérieur du globe par le déplacement de ce dernier dans l'espace*. La différence des moments

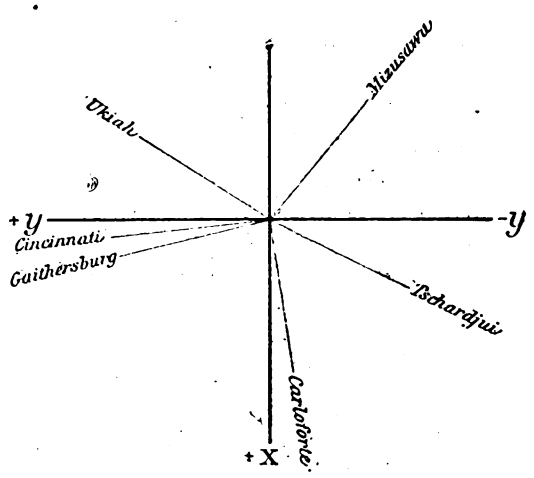


Fig. 134. — Orientement des six stations de l'hémisphère nord.

d'inertie de la Terre fixe à 304 jours moyens, environ, le temps dans lequel le pôle instantané décrit la polhodie dans le *sens direct*. Cette durée théorique de 304 jours est appelée le *cycle eulérien*.

Pour être complet nous devons ajouter aux trois axes polaires que nous venons de distinguer, un quatrième ; c'est le petit axe de l'ellipsoïde *de référence* que l'on considère en géodésie, c'est-à-dire de l'ellipsoïde de révolution auquel nous conduisent toutes les mesures géodésiques se rapportant à des longueurs d'arcs terrestres ou à des déterminations de l'intensité de la gravité.

Les conséquences du déplacement du pole

Nous nous arrêterons aux déplacements du pôle nord instantané, ceux de l'extrémité sud de l'axe instantané y étant liés.

Digitized by Google

Les géomètres se sont posé la question suivante : Sur la Terre, dans l'état actuel et par l'action des causes actuelles, un déplacement des pôles, de quelque importance, serait-il possible ? On comprend qu'un déplacement assez considérable des pôles entraînerait des changements

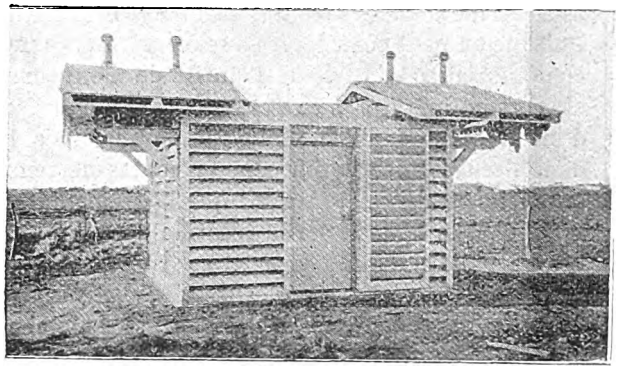


Fig. 135. — Station australe d'Oncativo.

dans les climats terrestres. Or, la réponse à la question ci-dessus a été négative. Sans doute, dans les époques géologiques assez reculées il a pu se produire des changements dans la distribution des masses et, par conséquent, dans les moments d'inertie et dans la direction de l'axe polaire. Mais à notre époque, avec la rigidité qu'on a constatée dans notre globe, on peut avec raison soutenir la *fixité des pôles*.

Les géomètres et les astronomes se sont posé une seconde question, c'est-à-dire : Les petits déplacements du pôle instantané prévus par la théorie et qui donnent lieu à la polhodie, peuvent-ils être constatés par l'observation? Puisque l'ellipsoïde terrestre est de révolution, la polhodie devrait être un cercle ; mais comme rien ne nous permet de distinguer sur la Terre le pôle instantané, il est évident que même la polhodie devra nous échapper par cette voie.

Il sera utile de faire des remarques. Lorsqu'il s'agit des mouvements du globe dans l'espace, se rapportant au mouvement de rotation troublée, l'axe de rotation de la Terre se déplace — si nous pouvons nous exprimer ainsi — tout d'une pièce avec le globe dans lequel — sauf la petite nutation diurne — il peut être regardé comme fixe. Par ce mouvement troublé (précession et nutation) la direction de l'axe terrestre dans l'espace change considérablement, puisque nous voyons la position du pôle terrestre varier par rapport aux étoiles. La période complète de ce déplacement embrasse 25.750 ans. L'observation des cercles décrits par les étoiles nous permet de constater à chaque époque la direction, dans le ciel, de l'axe terrestre et la position du pôle parmi les étoiles. Les conséquences de ces déplacements sont : 1° que les distances des étoiles au pôle, donc leurs coordonnées, varient avec le temps ; 2° que les distances des différents lieux terrestres au pôle, c'est-à-dire leurs colatitudes, ne varient aucunement par cette cause.

Au contraire, quand il s'agit des petits déplacements de l'axe instantané dans l'intérieur du globe, les distances des étoiles au pôle ne varient pas, mais l'angle entre le zénith de tout lieu terrestre et le pôle varie à cause du déplacement de ce dernier sur la Terre, par suite du déplacement de celle-ci dans l'espace autour de l'axe instantané.

Prenons pour exemple l'Observatoire de Paris. La distance de l'étoile ζ Grand'Ourse au zénith de Paris, varie lentement à cause de la précession (déplacement de l'axe de rotation dans l'espace). Paris et le pôle nord se déplacent ainsi par un mouvement d'ensemble par rapport à cette étoile. Mais, par ce phénomène, la latitude de Paris ne varie aucunement. Au contraire, si par la polhodie, le pôle nord se rapproche du zénith de Paris, *par un déplacement du globe par rapport à l'axe instantané*, la latitude de Paris variera ; la distance de ζ Grand' Ourse du zénith de Paris variera aussi — puisque c'est le globe qui se déplace par rapport aux étoiles ; mais la distance polaire de cette étoile ne subit, de ce chef, aucun changement.

Voici la conclusion : Si l'on suppose parfaite-

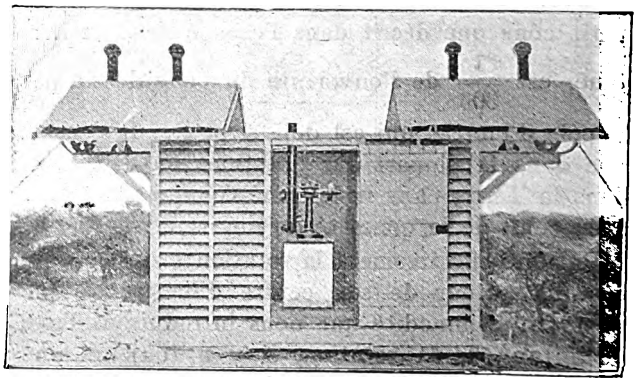


Fig. 136. — Station de Bayswater.

ment connus les déplacements de l'axe terrestre, avec le globe, dans l'espace, on doit considérer comme parfaitement connues les distances polaires des étoiles, du moins pour ce qui concerne leur réduction *au lieu apparent*. Par conséquent, toute variation des distances des étoiles au zénith d'un lieu,

Digitized by Google

doit être attribuée à un déplacement de ce lieu et du globe tout entier dans l'espace, tandis que l'axe polaire demeure immobile dans l'espace et subit, dans l'intérieur du globe, les déviations auxquelles donnent lieu les déplacements du globe lui-même dans l'espace.

Supposons que, à un moment donné, le pôle instantané se déplace le long du méridien de Greenwich, en se rapprochant du zénith de l'Observatoire. La latitude de Greenwich se trouvera augmentée du petit arc correspondant à ce déplacement. Il en sera de même de toutes les latitudes boréales du quart de méridien depuis le pôle jusqu'à l'équateur, en passant par Greenwich. Par contre, les latitudes boréales de tous les lieux situés sur le même méridien, mais de l'autre côté du pôle, seront diminuées de la même quantité! Les latitudes de tous les autres lieux de l'hémisphère boréal varieront non de la même quantité mais dans la proportion et avec le signe que fixe la formule que nous donnerons tout à l'heure.

Concluons : Les déplacements du pôle sur le globe se constatent par les variations que subissent, par cette cause, les latitudes des différents lieux terrestres. Voilà pourquoi on parle indifféremment des déplacements du pôle — *que l'on cherche* — et des variations des latitudes *que l'on peut observer*. Aujourd'hui les deux questions n'en font qu'une.

On sait d'ailleurs que la mesure de la distance zénithale méridienne d'une étoile, dont on connaît parfaitement la déclinaison, nous donne le moyen de calculer la distance de l'équateur au zénith du lieu, ou la latitude de celui-ci. Nous tournons donc l'obstacle. Ne pouvant observer le pôle pour en constater les déplacements, nous observons les étoiles dont nous connaissons la distance au pôle. Ceci nous donne la latitude du lieu, et des variations de celle-ci nous déterminons les déplacements du pôle.

Revenons aux géomètres et aux astronomes du commencement du siècle dernier. Ces savants, ne constatant aucune variation appréciable dans les valeurs des latitudes de plusieurs lieux terrestres, déterminés à différentes époques, en conclurent que les oscillations de l'axe instantané, que la théorie avait prévues, *avaient été amorties et anéanties par les frottements*. Aujourd'hui nous savons qu'il n'en est rien. Sans doute, ces savants avaient trop de confiance dans la précision que l'on pouvait atteindre à cette époque dans les déterminations de latitude, par exemple par les méthodes et les instruments de Borda, qui avaient fait concevoir trop d'espoir. Malheureusement on a constaté dans le cercle de Borda et dans sa méthode de la répétition, des défauts qui en réduisent de beaucoup la précision. Donc, d'un côté, les observations elles-mêmes laissaient des erreurs atteignant et dépassant 1″ ; de l'autre côté, les positions des étoiles à cette époque étaient loin d'être connues à la seconde. Il s'ensuivait que, même en multipliant les observations, une latitude ne pouvait être déterminée qu'avec une incertitude dépassant certainement ± 1″. Dans de telles conditions, les petites variations des latitudes devaient rester effacées.

Mais lorsque Bessel, Struve, Horrebow et Talcott eurent inventé les méthodes si précises qui portent leur nom et d'un autre côté les positions des étoiles fondamentales commencèrent à être bien connues, il devint possible de déterminer les latitudes des lieux terrestres avec une erreur probable de ± 0″,1. Les variations des latitudes qui se mesurent par quelques dixièmes de seconde ne purent plus échapper. On en constata dans les latitudes de Greenwich, Paris, Berlin, Milan et Naples. Vers cette époque, Nobile et Fergola, de l'Observatoire de Capodimonte (Napoli), mirent en lumière des variations systématiques dans les latitudes de Greenwich et de Naples. Enfin l'Américain Chandler, en appliquant l'analyse harmonique à la très longue série de déterminations de la latitude de Greenwich, y découvrit des variations évidentes, avec deux périodes, l'une de 428 jours, l'autre d'environ une année. Plus tard, on crut découvrir une troisième période de 10 mois.

Les méthodes et les instruments

La variation des latitudes une fois constatée, elle devint l'objet de beaucoup de recherches expérimentales et théoriques. Dans quelques pays on en a fait une spécialité locale, comme s'il n'y avait pas autre chose à faire en astronomie. La liste des savants qui s'en sont occupés depuis 1890 comprendrait une centaine de noms pour la plupart allemands ou italiens. Les Français n'y figurent qu'avec MM. Poincaré, Radau et Brillouin. Les Japonais avec Kimura, Hirayama et Hasimoto.

En 1899 commença le service des 6 stations internationales de latitude, distribuées le long du parallèle + 39°8′ et à des longitudes très différentes ; de sorte que les variations de la latitude (φ) ne sont pas les mêmes en valeur et en signe dans ces stations.

Remarquons que tout déplacement du pôle instantané entraîne des variations, non seulement des latitudes, mais aussi des longitudes et des azimuts des différents lieux terrestres. Appelons φ_0, λ_0, a_0 ces trois éléments rapportés à la position moyenne Po du pôle — qui est celle du pôle d'inertie

Digitized by Google

que l'on admet comme fixe sur le globe — φ, λ, a les mêmes éléments instantanés, c'est-à-dire rapportés au pôle instantané P de la rotation ; soient aussi x et y les coordonnées rectangulaires de P par rapport à Po comme origine d'un système d'axes cartisiens dans le plan tangent au sphéroïde mené par Po. En supposant ce plan confondu avec la petite calotte polaire, on obtient les formules suivantes pour calculer les variations $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$, Δa lorsque les coordonnées x et y du pôle instantané P sont connues

$$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0 = x\cos\lambda_0 + y\sin\lambda_0$$
$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 - (x\sin\lambda_0 - y\cos\lambda_0)\operatorname{tang}\varphi_0$$
$$\Delta a = a - a_0 - (x\sin\lambda_0 - y\cos\lambda_0)\operatorname{séc}\varphi_0.$$

On a adopté pour axe des x la tangente au méridien de Greenwich, la partie positive étant dirigée vers le sud pour les x, vers l'ouest pour les y.

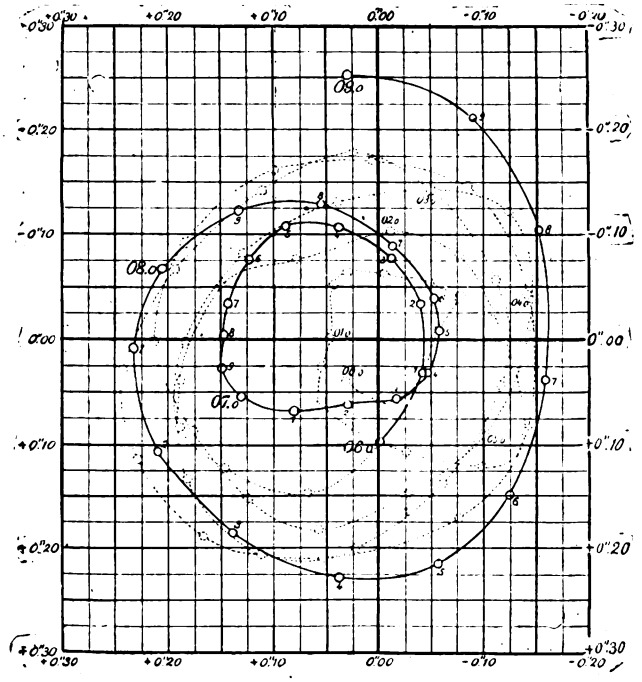


Fig. 137. — La polhodie de Potsdam.

Dans les stations internationales, les observations se font depuis 1899 à peu près suivant le même plan. Ce n'est qu'en 1923 qu'on y a apporté de légères modifications. On emploie la méthode de Talcott-Horrebow, avec des instruments à peu près identiques dans toutes les stations et en observant les mêmes couples d'étoiles. En effet, cette méthode exige que l'on observe à 10 minutes d'intervalle — à peu près — deux étoiles culminant l'une au nord, l'autre au sud et ayant à peu de chose près la même distance zénithale. On bissecte avec le fil horizontal la première étoile — dans les stations cette bissection se fait 4 fois pendant le passage — en lisant le micromètre et les niveaux — il y en a deux accouplés. Ensuite, sans toucher au calage de la lunette, on retourne celle-ci de 180° pour bissecter l'autre étoile qui doit se trouver dans le champ. On ne déplace que le fil du micromètre, on refait les lectures.

Par cette méthode ingénieuse — dont la première idée remonte à Rœmer — on élimine les erreurs de la graduation du cercle et l'on n'emploie que des mesures différentielles (distances zénithales, réfractions, inclinaisons, flexions). Les résultats sont bien supérieurs à ceux qu'on pourrait obtenir avec n'importe quel cercle méridien par des mesures de distances zénithales absolues.

Toutefois, cette méthode n'est pas sans inconvénients. En effet, puisqu'il est extrêmement peu probable que pour un lieu donné on trouve un certain nombre d'étoiles brillantes culminant à peu d'intervalle, à peu près à la même distance zénithale, il faut à tout prix choisir des étoiles de la 6e 7e, 8e grandeur, dont les déclinaisons et les mouvements propres ne sont pas bien connus. En outre, cette méthode suppose que les anomalies toujours possibles de la réfraction soient tout à fait égales des deux côtés du zénith ; ce qui peut être douteux pour des distances de 10° à 25°.

A ces inconvénients inhérents à la méthode on en a ajouté d'autres dans l'organisation du plan de ce travail international. L'imperfection des positions des étoiles n'aurait pas un effet fâcheux si l'on observait *les mêmes étoiles* pendant 6 mois, sauf à les substituer avec d'autres lorsque les premières ne seraient plus visibles. Mais non, dans les stations internationales on observe chaque soir deux groupes de 8 couples chacun. *Chaque mois* on change le second groupe, et celui qui était le second devient le premier. De sorte que chaque groupe n'est observé que pendant deux mois. Par cette disposition *en chaîne* on espérait rattacher le premier groupe au douzième. Or il arrive que la somme des différences entre les valeurs I, II, III, ...XII obtenues pour φ par chaque groupe n'est pas nulle.

Cela peut s'expliquer en partie parce que la valeur de φ donnée par le 1er groupe après une année n'est pas égale à celle que le même groupe a donnée la première fois. En tout cas, il y a une erreur de *fermeture* atteignant plusieurs dixièmes de seconde. Par exemple :
(I-II)+(III-II)+(IV-III)+....+(XII-I)=+0″,58.
On a eu recours à une péréquation en distribuant le résidu sur les moyennes des déclinaisons pour tous les groupes.

Remarquons en passant que la succession des saisons ne permet pas d'observer tous les groupes exactement le même nombre de fois,

Digitized by Google

les jours s'allongeant ou se raccourcissant d'une manière non uniforme.

Il arrive aussi que, à cause de la précession, les étoiles des différents couples ne se présentent plus dans les conditions exigées par la méthode. On est alors obligé de changer tous les groupes; mais ce changement entraîne un saut brusque dans les valeurs de φ; ce qui prouve que malgré le grand nombre d'étoiles observées, les incertitudes de leurs déclinaisons ne sont pas bien compensées; de sorte que les valeurs de φ ne sont pas absolument garanties. On éviterait cela par la méthode du 1er vertical qui permet d'observer les étoiles des premières grandeurs, dont les déclinaisons sont connues avec une grande précision. Quand on serait obligé de changer les étoiles, il n'y aurait pas de saut, puisque les positions de ces étoiles sont bien connues et raccordées entre elles.

Et qu'on ne dise pas que l'incertitude des déclinaisons n'empêche pas de déterminer les variations de la latitude d'une époque à l'autre, puisque dans les 6 stations on observe les mêmes étoiles. En effet, d'un côté les mêmes couples ne sont pas observés le même nombre de fois dans toutes les stations; d'un autre côté, les changements continuels des groupes conduisent à des valeurs imparfaites de φ pour chaque époque; donc, on ne peut dire quelle a été la variation exacte de φ d'une époque à l'autre. L'amplitude et l'allure de la polhodie ne peuvent qu'en rester affectées.

Depuis une vingtaine d'années on a appliqué la photographie à la méthode de Talcott, en photographiant systématiquement la région zénithale. On mesure sur la plaque les positions des couples d'étoiles et on en déduit la latitude. L'instrument dont on se sert est une lunette photographique flottant sur le mercure. Cette méthode a donné plus de précision que la méthode visuelle, car l'erreur probable sur la valeur de φ obtenue par une séance est de $\pm$ 0",02. Toutefois — comme il arrive aussi pour d'autres méthodes — cette erreur n'est que relative. On la déduit de l'ensemble des observations pendant un mois (par exemple). Mais les erreurs absolues ne sont pas exclues pour cela. Il n'y a pas de compensation entre elles.

C'est surtout à Greenwich qu'on emploie avec succès la méthode photographique. On y a fait une excellente série de déterminations de φ depuis presque 20 ans.

Le fait est que les astronomes, qui étaient enthousiastes des recherches sur les variations de φ, avouent maintenant que sur les observations il reste effectivement des anomalies inexplicables et que la haute précision qu'on leur attribue n'est qu'illusoire.

Outre les stations internationales il y a la collaboration libre, comme celles de Poulkowo, Greenwich, Pino Torinese, Washington, Odessa, Rio de Janeiro, etc... Dans ces observatoires, on emploie la méthode de Talcott ou celle des passages au 1er vertical, surtout d'après Struve. On choisit des étoiles brillantes culminant très près du zénith et on les suit pendant toute l'année. La méthode du 1er vertical est de beaucoup moins fatigante et elle conduit à des résultats plus précis. Toutefois il faut s'en tenir exclusivement aux observations de nuit, les observations qui se font avec le Soleil sur l'horizon étant affectées d'une anomalie fâcheuse.

Tout récemment M. Ivanow, directeur de l'Observatoire de Poulkovo, a proposé de supprimer les stations situées à + 39°8' de latitude et de leur substituer de nouvelles stations qui devraient être installées à + 44°59'. Cette position très favorable permettrait d'observer au 1er vertical, ou autrement, plusieurs étoiles visibles toute l'année. Malheureusement, on est trop attaché aux stations et à la méthode ancienne, malgré les critiques très nombreuses qu'on a faites à ce sujet. Pour certains pays la conservation de ces stations est une affaire de la plus haute importance; on dirait presque que les astronomes n'ont pas d'autres occupations que d'entretenir ce feu sacré comme le faisaient les anciennes Vestales!

Quant aux observations de jour, dès les premières observations faites au premier vertical à Pino, on constata que pendant le jour l'image de l'étoile que l'on observe est déplacée. Le fait est qu'en s'en tenant à l'angle horaire qui résultait des observations et à la valeur de la déclinaison (d'ailleurs très exacte), on trouvait pour φ une valeur trop faible. Dans la relation

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{\operatorname{tang} \delta}{\cos t}$$

on avait pour t évidemment une valeur trop faible, comme si la présence du Soleil sur l'horizon déplaçait le zénith instrumental vers le sud. A Pino, on en était venu à apporter aux φ de jour une correction additive, fonction de l'angle horaire du Soleil.

L'astronome Georges Hill de Washington, ayant suivi pendant 19 années, de jour et de nuit, l'étoile de 1re grandeur α *Lyrae*, pour en déduire de cette longue série d'observations la déclinaison exacte et les petites corrections aux constantes de l'aberration et de la nutation, constata que la présence du Soleil sur l'horizon déplaçait vers le nord l'image de l'étoile; de sorte que l'angle horaire t pouvait augmenter de 5", 6", jusqu'à 10". Comme il employait pour la latitude la meilleure valeur

Digitized by Google

dont il disposait, l'équation rapportée ci-dessus lui donnait des valeurs trop faibles de la déclinaison δ.

A l'occasion des observations de Pino, MM. Th. Albrecht et Przybyllok attribuèrent le déplacement apparent du zénith à ce qu'ils appelaient la *réfraction de la salle*. Cerulli ne fit que répéter ces critiques. Mais la confirmation donnée par Hill et les expériences que j'ai faites par des observations au 1er vertical *en plein air*, ont confirmé qu'il ne s'agit pas d'anomalies de la réfraction dues à l'inégal échauffement des parois du pavillon, comme on le prétendait.

Les faits observés et les explications qu'on en a données

Puisque les observations systématiques de latitude durent depuis bientôt 27 ans, il est naturel qu'on ait recueilli une large moisson de faits. En voici les principaux : Au lieu de la période eulérienne de 304 jours moyens, la polhodie est décrite en un temps beaucoup plus long, qui n'est pas constant, puisqu'il oscille entre 395 et 455 jours. En outre, la forme de la polhodie observée s'écarte assez du cercle — qu'on aurait dû trouver — et surtout son amplitude, qui (comme la durée) devrait être constante, varie continuellement d'une période à l'autre, allant de 0″,18 à 0″,70.

En présence de ces constatations tout à fait contraires à la théorie, quelques astronomes n'ont pas hésité à déclarer que les variations constatées de la latitude devaient être attribuées à des causes différentes de la rotation eulérienne.

D'autres ont fait remarquer que cette théorie supposait une terre absolument rigide, ce qui n'a pas lieu. Ils attribuent l'allongement de la période à l'élasticité relative de notre globe. On a même dit que le pôle d'inertie Po se déplace lui-même sur la Terre. Et alors on peut se demander ce que représente la réduction de toute latitude observée, φ, à la valeur φ_0 qu'elle aurait par rapport au pôle moyen Po. Et les variations d'amplitude qui dépassent le rapport 3 : 1? Faut-il en conclure que les *causses accessoires* et variables de la variation de φ l'emportent sur les *principales?* Et alors, comment espérer établir une théorie ou trouver une loi empirique d'après laquelle on pourrait prévoir les déplacements du pôle, ou mieux, les variations des latitudes?

Boccardi en 1899, Hirayama en 1903, ont annoncé que de leurs observations par la méthode de Talcott il résultait que l'amplitude des variations de φ est plus grande pour des couples d'étoiles s'écartant assez du pôle.

Schumann, en 1912, crut entrevoir dans les observations au premier vertical faites à Poulkowo une période d'environ 14 jours dans la latitude. Boccardi par ses propres observations au premier vertical confirma pleinement ces idées, en montrant la correspondance complète entre les variations observées de φ et les déviations de la verticale par l'attraction de la Lune, qui sont fonction de son angle horaire et qui, pour la latitude de 45° se calculent d'une manière très simple d'après la formule et les tables publiées par le même astronome. En 1919-1920 il annonça aussi une variation diurne diverse dans la latitude par des observations prolongées de 11 à 14 heures de suite.

De son côté, M. Orloff, directeur de l'Observatoire de Odessa, constata sur des observations au premier vertical :

1° Une variation à période semi-lunaire ;

2° Une variation diurne ;

3° Une variation semi-diurne.

D'après lui ces trois ondes se superposent et il faut savoir les démêler dans les valeurs observées de la latitude.

Dès 1904, l'astronome japonais Kimura annonça que les résidus des équations de conditions, dont les termes connus sont donnés par φ-φ_0 pour chaque dixième de l'année, donnent une somme des carrés $[\varepsilon\varepsilon]$ plus petite, si aux deux inconnues x et y, dont les coefficients sont $\cos\lambda_0$, et $\sin\lambda_0$, on ajoute une troisième inconnue, z, ayant l'unité pour coefficient. A ce sujet, Boccardi a plusieurs fois rappelé le principe qu'à l'introduction d'une nouvelle inconnue dans les équations de condition il doit correspondre nécessairement une somme des carrés des résidus plus petite. On le démontre aisément. Donc, si l'on introduisait une quatrième inconnue, en lui donnant, par exemple, pour coefficient des nombres proportionnels à la longitude des 6 stations, on obtiendrait une somme des carrés des résidus encore plus petite. Mais de ce pas, où arriverait-on?

Non, il faut que l'introduction d'une nouvelle inconnue soit justifiée par d'autres raisons.

En écrivant

$$\Delta\varphi = x\cos\lambda + y\sin\lambda + z,$$

on aurait que le terme z serait indépendant de la longitude et de la latitude du lieu. Par conséquent, il serait le même pour toutes les stations de l'hémisphère boréal. Or, un déplacement de l'origine — le centre de gravité de la Terre — entraînerait un terme ayant pour facteur le cosinus de la latitude. Donc un terme z constant n'a pas de sens.

D'ailleurs, comme ce terme z varie entre zéro

Digitized by Google

et + 0",08, on voit quels déplacements formidables, de milliers de kilomètres cubes de matière, devraient avoir lieu dans notre globe, pour produire dans la position de son centre de gravité des déplacements en rapport avec de telles valeurs de z. Non, il serait absurde d'attribuer le prétendu terme z à un déplacement du centre d'inertie de la Terre.

Comme la période du terme z semble être égale à une année, on a essayé d'expliquer ce terme par l'imperfection de la constante d'aberration adoptée, mais les résultats n'ont pas été concluants. Alors, on a voulu attribuer ce terme à des actions météorologiques.

des valeurs de φ par mois, on essaye d'effacer la période semi-lunaire. Dans le terme z on distingue maintenant les erreurs $\Delta\delta$ des déclinaisons, le terme annuel de la variation polaire et le terme z local.

Aujourd'hui les stations internationales sont réduites à 3, malgré les efforts faits dans quelque pays pour intensifier ces recherches que d'autres déclarent inutiles ou illusoires. Au contraire, on a demandé un nouvel effort aux patients observateurs de ces stations, qui, peut-être, feraient bien d'employer leurs forces pour une cause meilleure. On ne se borne plus à observer deux groupes de couples

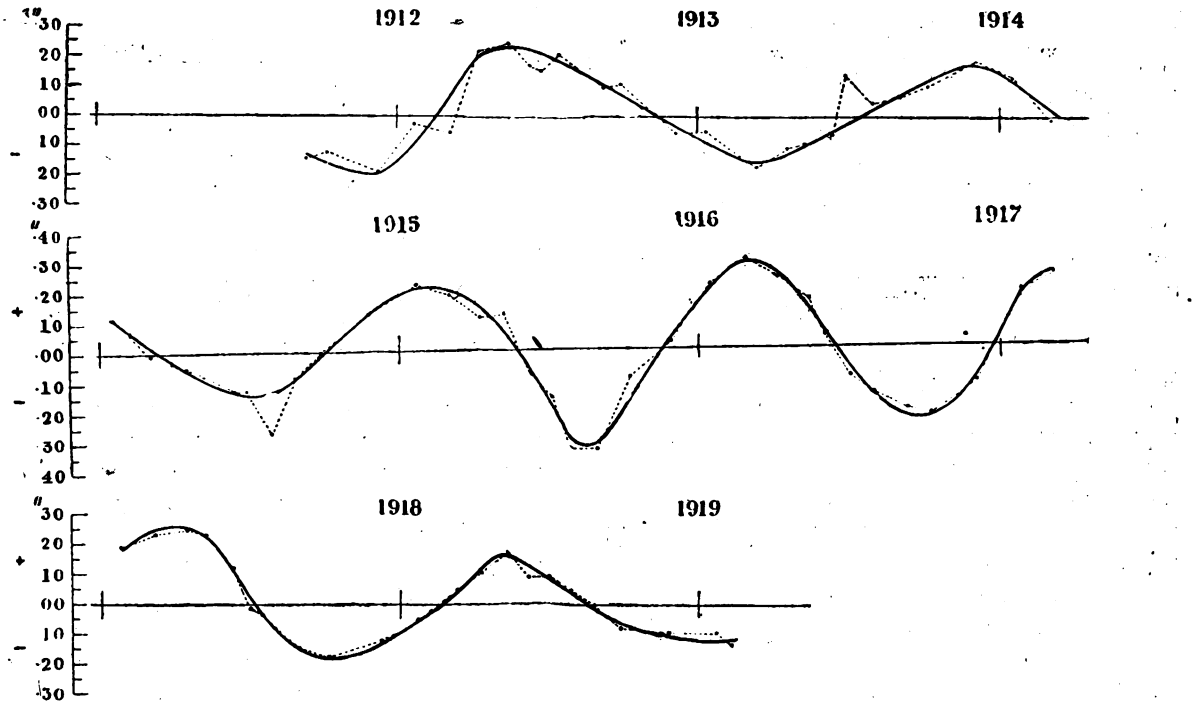


Fig. 138. — La polhodie de Greenwich.

D'aucuns ont attribué le terme z à la méthode de réduction des observations dite *en chaîne*. Enfin M. A. Buchwaldt a pu écrire *(Astr. Nach.)* que ce terme est comme un *ordurier* qui ramasse tout ce qu'on a négligé dans la réduction, par exemple les imperfections des constantes, l'effet de la nutation diurne, etc...

Le fait est que M. Wanach, du Bureau de Potsdam, ayant renoncé au terme z — à la suite des critiques qu'on avait faites — a donné des polhodies assez différentes de celles qu'avait données M. E. Albrecht, dont les polhodies diffèrent aussi de celles qu'a données M. Buchwaldt. Tout récemment, on a senti le besoin de reprendre cet ordurier et on l'a rétabli, puisqu'il est commode pour cacher les négligences, par exemple de la nutation diurne ; de même qu'en faisant les moyennes chaque soir, on en observe encore deux le matin. On fait la moyenne des valeurs de φ qui résultent de l'observation de chaque groupe, du soir et du matin. Ensuite on détermine x_e, y_e, qui résultent des moyennes susdites pour le soir et x_m, q_m pour le matin. On finit par faire la moyenne entre les valeurs obtenues ainsi pour x le matin et le soir ; on en fait autant pour y. Ces moyennes correspondent à des fractions de l'année qui ne sont pas des dixièmes. Finalement on en déduit graphiquement x et y pour chaque dixième de l'année.

Pour les fractions de l'année primitives on calcule aussi les corrections $\Delta\delta_e$, $\Delta\delta_m$ pour chaque groupe respectivement du soir ou du matin, et pour chacun des groupes on fait la différence entre ces corrections qu'on trouve ainsi pour ses déclinaisons, suivant que le groupe a été observé le soir ou le matin.

***

Digitized by Google

Il est à remarquer que M. Kimura, actuellement président de la Commission des latitudes, en répétant le calcul de x, y, z, pour les observations des trois stations de 1918-1921, a trouvé une polhodie assez différente de celle qui avait été publiée pour les mêmes années par M. Wanach dans les *Astron. Nachr.*

Par tout cela, le lecteur restera bien renseigné sur la confiance que méritent les coordonnées du pôle instantané proposées par différents auteurs. Ces coordonnées devraient servir pour ramener au pôle moyen *Po* toute latitude déterminée récemment.

Ces mêmes coordonnées devraient servir aussi dans la construction de catalogues de déclinaisons absolues, parce que en ajoutant les $\Delta\varphi$ qui en découlent pour l'Observatoire où l'on prépare ce catalogue, on aurait la latitude instantanée, qui, avec les distances zénithales observées des étoiles, permettrait d'en déduire les déclinaisons absolues. Mais quelle confiance peuvent mériter des déclinaisons qui, au fond, reposent sur les valeurs si précaires des coordonnées du pôle?

La série des observations de latitude faites dans la station internationale d'Ukiah a montré à M. Walter Lambert un déplacement séculaire du pôle nord vers le continent nord-américain. Ce déplacement était confirmé par les observations faites depuis 1900 dans les autres stations. De son côté, M. Wanach, d'après les observations des dernières années, a pu établir que le pôle nord se déplace continuellement vers Greenwich.

Comme ces déplacements séculaires qui seraient si intéressants venaient compliquer le but très restreint de déterminer x et y, on a eu recours à un remède héroïque, en touchant aux valeurs φ_0 des trois stations qui fonctionnent encore. Et cependant ces φ_0 avaient été si bien déterminées par Albrecht! Sans doute, en diminuant la coordonnée x, on fait disparaître le déplacement du pôle vers Greenwich; mais a-t-on le droit de le faire? Encore, si par cet agencement on arrange les observations modernes de manière à exclure ce mouvement séculaire, on dérange les anciennes qui alors montrent pour les années précédentes un mouvement du pôle dans la direction contraire. Si l'on disait que en changeant les valeurs de φ^0 on a égard au déplacement séculaire, on pourrait répondre que ce déplacement n'est pas linéaire.

Conclusion

A la vérité, le but qu'on s'était proposé en établissant les six stations était d'étudier tous les mouvements du pôle, à période très courte, moyenne ou très longue. On voulait faire de la science non de l'empirisme. On demandait aux observations, non seulement la vérification des idées théoriques relatives à la rotation du globe, mais aussi de nous bien renseigner sur *toutes* les oscillations du pôle.

Malheureusement, petit à petit l'empirisme a prévalu, de sorte que l'on a fini par perdre de vue le but primitif et on en est réduit à s'arranger de façon à pouvoir publier tous les 14 ou 15 mois un bulletin donnant les coordonnées x et y qu'aurait eu le pôle instantané successivement dans les dixièmes d'année de la période précédente.

Si du moins on pouvait entrevoir la possibilité de découvrir la loi des déplacements du pôle et d'en écrire les formules, on entreverrait une utilité dans ces recherches — qui ont absorbé et absorbent des sacrifices énormes d'argent et d'énergie — et surtout on pourrait en entrevoir la fin prochaine. Cela serait très utile pour pouvoir réserver les moyens pécuniaires et l'énergie des astronomes ou des géodésiens pour des travaux infiniment plus importants, comme par exemple la jonction, le raccord des triangulations, des différents pays, entre elles.

Mais non, aujourd'hui on a la sensation de s'être engagé dans une impasse. La variation de la latitude d'un lieu dépend, non seulement des déplacements des axes polaires (il y en a *deux* maintenant qui se déplacent!) mais aussi des déplacements de la verticale de chaque lieu. Ils dépendent aussi d'une foule de causes géophysiques. On pourra obliger le personnel des stations de latitude de continuer durant des siècles à entretenir — comme d'autres Vestales — le feu sacré. Les résultats seront toujours négatifs.

Voilà 140 ans que dans une foule de stations météorologiques on fait des mesures et des déterminations soignées de la pression, de la température, etc., sans qu'on ait pu résoudre le problème intéressant de la prévision du temps. Il en sera de même des recherches sur les déplacements des pôles, auxquelles on pourra appliquer ce que Biot disait des observatoires météorologiques : *Ils servent à nous annoncer aujourd'hui le temps qu'il a fait hier!*

Il peut se faire qu'il y ait des savants pour lesquels ces recherches sont le *leitmotiv*, c'est-à-dire, le motif de leur existence, du moment qu'on a prétendu donner à ces mouvements de l'axe terrestre la même importance qu'à la précession et à la nutation! Mais le bon sens doit prévaloir pour empêcher que des *motifs personnels et extrapolaires* n'entrent dans un *travail international sur les déplacements polaires.*

Jean Boccardi,
Correspondant du Bureau des longtitudes.

Digitized by Google

LES ONDES COURTES [1]

(Suite)

4. *Propagation des ondes courtes.* — La question de la propagation des ondes, aussi bien des ondes longues que des ondes courtes, est encore loin d'être résolue. Pour les ondes courtes cette question est primordiale, car si l'on savait suivant quelles lois ces ondes se propagent, si toutefois ces lois existent, on pourrait peut-être parer aux irrégularités de cette propagation ou du moins prévoir *a priori* quelles ondes employer pour une liaison donnée. Pour le moment, on est encore en pleine expérimentation et nous ne pouvons que citer des faits et les hypothèses émises pour expliquer ces faits.

Les faits d'abord. Le premier et le plus important, c'est la portée considérable réalisée surtout de nuit par les ondes courtes. Avec 5 kilowatts et même moins, on assure un service tout à fait régulier à des distances allant à 6.000 kilomètres (liaison Paris-Djbouti), avec 100 watts on a atteint les Antipodes, avec quelques watts on a traversé l'Atlantique.

2° Fait déjà remarqué pour les ondes longues. Les portées sont généralement beaucoup meilleures de nuit que de jour du moins pour certaines ondes. C'est ainsi que dans la gamme de 70 à 100 m., tel poste qui portera à 3.000 kilomètres de nuit ne sera pas entendu à quelques centaines de kilomètres de jour. Si l'on descend dans la gamme, de bonnes portées de jour apparaissent et des communications à grande distance sont possibles de jour pendant des intervalles de temps d'autant plus longs que l'onde est plus courte. C'est ainsi que M. Louis a pu traverser l'Atlantique de jour avec des ondes de 20 mètres et qu'en descendant de plus en plus bas il a été possible de communiquer avec l'Amérique à une heure quelconque de la journée, cette heure variant d'ailleurs suivant la saison, et chaque onde passant à des heures différentes suivant sa longueur.

Il arrive aussi qu'une onde donnée (c'est le cas de l'onde de 50 mètres à des distances de l'ordre de quelques centaines de kilomètres) passe mieux le jour à certains moments de l'année et mieux la nuit en d'autres saisons.

Un 4e fait, spécial aux ondes courtes et très nettement observé, est l'existence de zones de silence dont la largeur est fonction de la puissance, mais surtout de la longueur d'onde de la station émettrice. La largeur de cette zone de silence est d'autant plus grande que l'onde est plus courte. On a pu constater en faisant des émissions régulières sur 50 mètres avec une puissance de 200 watts, émissions dont la portée nocturne pratique était de l'ordre de 3.000 kilomètres, qu'une zone de silence existait la nuit (principalement en hiver), zone dont les rayons extrêmes étaient de l'ordre de 100 et 400 kilomètres.

Enfin dernier phénomène particulièrement net sur les ondes comprises entre 200 et 350 mètres, il y a des effets d'évanouissement (fading), consistant en une diminution considérable de l'intensité des signaux à la réception pour une durée courte qui peut atteindre quelques minutes ou se borner à quelques secondes ou fractions de seconde. Cet évanouissement qui semble ne plus exister pour les ondes de 100 mètres et au-dessous est surtout net pour les ondes de l'ordre de 200 à 250 mètres.

Le fait que la portée des ondes courtes est à peu près indépendante de la nature de l'antenne, mérite également d'être signalé. Ainsi que nous l'avons déjà dit, on correspond actuellement avec Djibouti à l'aide d'un fil de 4 mètres qui peut être pris vertical ou horizontal, et qui donne des résultats analogues à ceux que l'on obtiendrait avec une antenne très élevée dont la mise en place entraînerait l'installation coûteuse de pylônes.

Voici donc les faits essentiels ; avant d'indiquer les hypothèses faites pour essayer de les expliquer nous allons donner quelques détails sur les essais qui ont conduit à les constater.

Des essais méthodiques sur l'émission de l'onde de 50 mètres ont été faits par M. Lecroart, de janvier à août 1925, avec le poste sur camionnette destiné aux armées dont la figure 112 donne l'aspect extérieur. Ce poste avait été établi pour une portée d'une cinquantaine de kilomètres. Des essais furent d'abord faits entre un de ces postes, émettant dans les environs de Paris, et un deuxième poste installé dans une camionnette qui est allée jusqu'à Lorient. On constata une réception excellente de jour et pratiquement sans changement, quelle que fut la distance qui séparait les deux postes, mais lorsqu'on voulut correspondre de nuit (l'essai avait lieu en hiver), on constata une impossibilité absolue de s'entendre, sauf lorsque les deux postes étaient tout à fait voisins. Mais alors que les deux stations ne s'étendaient absolument pas à des distances qui n'atteignaient pas 200 kilomètres, l'émission était parfaitement entendue en Écosse, en Russie et même beaucoup plus loin, puisque la station réceptrice d'Hanoï signalait avoir reçu cette émission faite sous 200 watts en haut-parleur.

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 10 avril 1926.

Digitized by Google

Ces premiers essais donnaient donc simultanément plusieurs des faits signalés plus haut : excellente communication nocturne à très grande distance avec une puissance réduite et une toute petite antenne (l'antenne se composait d'une petite nappe portée par le bâti que l'on voit sur la camionnette) ; zone de silence à faible distance de l'émetteur. Les émissions prolongées faites ensuite sur cette même onde de 50 mètres et sur des ondes voisines permirent de faire les constatations suivantes. L'onde de 50 mètres qui passait de jour de façon très constante en hiver et sur la réception de laquelle on ne pouvait pas compter de

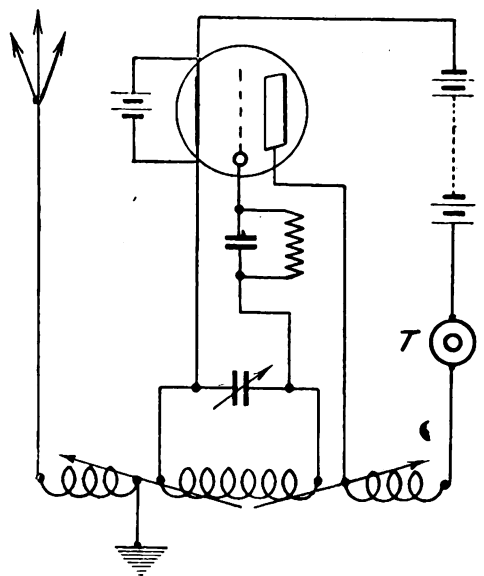


Fig. 139. — Schéma d'un poste récepteur avec lampe détectrice à réaction. Le téléphone T peut être remplacé par le primaire d'un transformateur d'entrée d'une lampe amplificatrice à basse fréquence qui peut elle-même être suivie d'une deuxième et même d'une troisième lampe amplificatrice.

nuit à des distances de l'ordre de quelques centaines de kilomètres, disparaissait d'autant moins vite après le coucher du soleil, que la saison se rapprochait de l'été. En mai et juin, on arrivait à recevoir presque toute la nuit, alors que la réception de jour très constante en hiver accusait un minimum très net vers le milieu de la journée. En somme, en hiver la réception était constante de jour et pratiquement nulle de nuit. En plein été elle subissait un affaiblissement important au milieu du jour et se prolongeait dans de bonnes conditions durant une partie de plus en plus importante de la nuit. L'onde de 82 mètres au contraire émise simultanément était reçue de nuit alors que l'onde de 50 mètres ne l'était pas et ne passait pas pratiquement de jour (toujours à des distances de l'ordre de 2 à 500 kilomètres). La solution pour correspondre à une heure quelconque et à des distances de cet ordre, semblerait donc de travailler avec les deux ondes de 50 et 82 mètres, la deuxième remplaçant la première à une heure à choisir d'après la saison. C'est de cette manière que le poste a travaillé pendant des manœuvres faites en été et durant lesquelles il a donné toute satisfaction. Il semble bien qu'on sera amené, pour faire un trafic régulier sur ondes courtes, à prévoir des postes pouvant changer rapidement d'ondes ou même travailler simultanément sur deux ondes, ce qui n'est pas d'ailleurs une sujétion très lourde.

Pendant que la télégraphie militaire faisait ces essais méthodiques d'émissions, d'autres essais avaient lieu qui tous conduisaient à la constatation des mêmes faits.

M. Reinartz en Amérique, étudiait méthodiquement les émissions d'ondes de plus en plus courtes et mettait notamment en relief la possibilité, pour des ondes de 20 mètres, de faire de grandes portées diurnes.

M. Lardry au Mans, fit et fait encore des mesures sur l'intensité de réception aux différentes heures et en toutes saisons d'ondes de toutes longueurs. Il a pu constater que pour une onde donnée à une époque donnée, il y a une variation périodique horaire et des variations instantanées. Le phénomène garde le même caractère quand on change de saison, mais l'époque du maximum et du minimum de réception peut changer de plusieurs heures dans la journée.

M. Colmant, ainsi que nous l'avons déjà dit, a fait des essais méthodiques d'émissions d'ondes variant de 180 à 17 mètres. Il était reçu à Alger et en divers points de la France, il a constaté la même variation des réceptions diurne et nocturne suivant la longueur d'onde et la saison.

Le *Jacques-Cartier*, bâtiment-école des capitaines au long cours, a fait des émissions méthodiques sur 70 et 30 mètres environ pour l'Office National Météorologique. Les résultats ont été assez irréguliers. Ce navire, partant du Havre, a fait plusieurs voyages vers le golfe du Mexique, Panama et même la côte du Pacifique. Quand les émissions étaient faites au sud de l'arc de grand cercle, qui va du Havre à l'extrémité de la Floride, on recevait convenablement dans les environs de Paris, mais quand le navire se trouvait au nord de cette ligne la réception était mauvaise en France alors qu'elle devenait bonne au Maroc. Il semble qu'il y ait des régions conjuguées disposées de telle manière que toute émission faite dans une de ces régions soit bien reçue dans la zone conjuguée et ne s'entende pas dans d'autres régions placées

Digitized by Google

à égale distance de l'émetteur ou même plus rapprochées.

Il a semblé aussi que les émissions du *Jacques-Cartier* se propageaient mieux dans le sens du méridien que dans celui des parallèles. On a pu constater aussi, dans cet ordre d'idée, que les émissions se faisaient mieux de l'Ouest vers l'Est que de l'Est vers l'Ouest.

A Sainte-Assise et à Clichy, l'industrie française a fait des essais nombreux et notamment des essais d'antennes. Les postes employés avaient des puissances d'alimentation bien supérieures à celles des postes d'amateurs et dont la valeur atteignait et dépassait même, en certains cas, une dizaine de kilowatts. On a émis sur des ondes de l'ordre de 20 et de 40 mètres et les résultats obtenus semblaient démontrer d'une part que la forme de l'antenne et sa nature sont à peu près indifférentes et, d'autre part, que malgré une puissance plus que décuplée, les heures favorables pour une onde donnée sont sensiblement les mêmes que lorsqu'on émet cette onde avec une puissance d'alimentation inférieure à un kilowatt. Ces essais vont reprendre incessamment à Clichy et l'on se propose d'expérimenter d'une part des ondes allant jusqu'à 17 mètres et, d'autre part, de se donner la possibilité d'émettre plusieurs longueurs d'ondes simultanément.

Quelles sont maintenant les diverses hypothèses que l'on a émises pour essayer d'expliquer les faits déjà nombreux recueillis sur la propagation des ondes courtes, et plus généralement comment conçoit-on que se propage l'onde hertzienne autour de la terre? Cette question de l'étude de la propagation avait intéressé déjà, dès le début de la T. S. F., les savants les plus éminents des divers pays. On l'avait attaquée simultanément par le calcul en admettant que la propagation des ondes hertziennes autour de la terre était un phénomène de diffraction, et par l'expérience en déterminant expérimentalement la valeur du champ de réception et en essayant d'établir une formule donnant la valeur de ce champ, ainsi évaluée par expérience en fonction des caractéristiques de l'émetteur (distance, longueur d'onde, intensité dans l'antenne émettrice). Plusieurs formules expérimentales avaient été données dont la plus connue est celle d'Austin Cohen.

$E = \frac{120\pi hI}{\lambda D} e^{-\frac{\alpha D}{\lambda^{\beta}}}$ (1). Ces formules valables pour les distances pour lesquelles elles avaient été établies et pour les ondes longues qui avaient servi aux expériences n'avaient plus aucune signification lorsqu'on a émis des ondes courtes dont les portées étaient absolument inattendues. Par ailleurs, l'étude mathématique de la diffraction des ondes longues conduit à des valeurs de champ qui étaient des milliers et jusqu'à des millions de fois plus faibles que les valeurs trouvées expérimentalement et données par la formule d'Austin.

Dès avant l'apparition des ondes courtes, il fallut chercher à mettre d'accord pour les ondes longues, les formules empiriques correspondant à l'expérience et les formules théoriques trouvées par le calcul. On y parvint en admettant l'existence, à une centaine de kilomètres de hauteur, d'une couche électrisée réfléchissant l'onde et la ramenant vers la terre. C'est la couche dite de Kenelly Heaviside dont l'existence semble corroborée par certains phénomènes météorologiques, comme celui des aurores boréales.

En admettant que les ondes longues se propagent entre la terre et cette couche électrisée, Van der Pol trouva par le calcul des formules théoriques qui s'accordent suffisamment avec les formules empiriques du genre de celle d'Austin.

Mais ces formules, comme nous venons de le dire, ne correspondaient plus en rien aux portées considérables réalisées par les ondes courtes, et d'autres hypothèses devenaient nécessaires.

D'autres faits, comme l'évanouissement (fading) ou l'existence de zones de silence avaient besoin d'être expliqués et voici les hypothèses ou les théories les plus importantes actuellement en discussion.

On a eu tout d'abord tendance à rejeter l'hypothèse un peu simpliste d'une réflexion sur la couche supérieure ionisée.

On a tendance à admettre une courbure progressive du rayon électromagnétique, courbure causée par l'ionisation des couches élevées de l'atmosphère. Cette courbure qui constitue un phénomène analogue au mirage s'explique par le fait mis en évidence par Eccles et plus tard par Larmor, que la vitesse de propagation de l'onde dans un milieu ionisé était augmentée, de sorte que la partie supérieure des rayons émis allant plus vite que la partie inférieure, le rayon s'incurve progressivement et peut être ramené vers la terre si cette courbure est suffisante.

(1) Dans cette formule h est la hauteur de rayonnement de l'antenne (égale en général à 50 ou 60 % de la hauteur des supports de l'antenne), I l'intensité en ampères à la base de l'antenne émettrice, D la distance, λ la longueur d'onde, α un coefficient d'amortissement tenant compte de l'absorption de l'onde, par le milieu traversé, β un exposant pris par Autin égal à 0,5. Si D et λ sont exprimés en km. E est donné en microvolts.

Digitized by Google

Taylor (1) a repris récemment cette théorie en assimilant la marche des rayons électro-magnétiques dans la région qui sépare le sol de la couche supérieure conductrice à celle de rayons lumineux cheminant dans deux milieux transparents d'indice différent, dont la couche ionisée supérieure marquerait la ligne de démarcation. Taylor sépare les rayons émis par l'émetteur en deux catégories, les uns partent peu inclinés sur le sol et sont d'autant plus rapidement absorbés par la terre que l'onde est plus courte. La 2e catégorie de rayons, beaucoup plus inclinés par rapport au sol, se propage jusqu'à la couche conductrice. Ceux qui l'atteignent sous un angle inférieur à l'angle de réflexion totale correspondant aux deux milieux se perdent dans l'espace, les autres se réfléchissent vers le sol qu'ils viennent atteindre à une distance d'autant plus grande de l'émetteur que l'angle de réflexion totale est plus grand, cet angle augmentant avec la fréquence. On explique ainsi la zone de silence qui s'étendrait du point où le rayon, se propageant le long du sol, aurait perdu toute énergie par absorption, jusqu'au point où retombe le premier rayon ayant subi la réflexion totale. La zone serait bien ainsi, comme l'indique l'expérience, d'autant plus large que l'onde émise serait plus courte.

Meissner trouve inutile l'hypothèse de la couche supérieure ionisée. Il admet simplement, ainsi que nous l'avons déjà dit, que toute antenne rayonne deux ondes, une onde de surface qui est rapidement absorbée pour les ondes courtes et qui, au contraire, pour les ondes longues, est à peu près seule reçue par le correspondant, et une onde d'espace qui, pour les ondes courtes, peut porter très loin et dont le rôle est beaucoup moins important pour les ondes longues. Le fading serait dû à des interférences entre l'onde de surface et l'onde d'espace ou même entre plusieurs ondes d'espace correspondant au même poste émetteur.

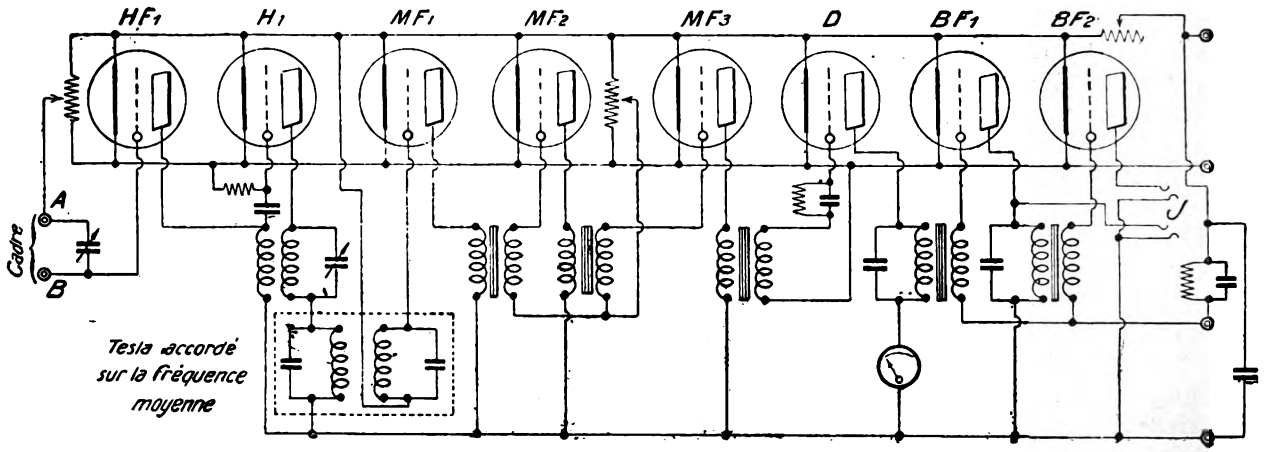


FIG. 140. — Schéma d'un montage à superhétérodyne.

Le dispositif de réception (cadre dans le schéma représenté) est branché aux bornes A. et B.

HF_1. est une lampe amplificatrice à haute fréquence dont le pouvoir amplificateur est réglé par le potentiomètre placé tout à fait à la gauche de la figure ; H_1 est la lampe de l'hétérodyne réglée pour que ses battements avec l'onde qui arrive de l'émetteur aient une fréquence choisie d'avance et de valeur moyenne correspondant par exemple à une onde de plusieurs milliers de mètres, cette lampe H_1 est en même temps détectrice. M, F_1 M, F_2 M. F_3 sont trois lampes d'un amplificateur adapté à l'onde de fréquence moyenne, D détecte cette onde. BF_1 BF_2 sont deux lampes amplificatrices basse fréquence. Si l'on veut recevoir de l'entretenue pure, la lampe D doit être montée en autodyne ou bien il faut faire usage d'un deuxième hétérodyne. En fait, dans le montage représenté par la figure, le potentiomètre placé entre les lampes MF_2 et MF_3 permet de faire « accrocher » ou non l'amplificateur moyenne fréquence suivant que l'on veut recevoir ou non de l'entretenue pure. Deux réglages seulement sont nécessaires, celui du circuit de réception et celui du premier hétérodyne. A partir de la 3e lampe tout le dispositif est réglé une fois pour toutes sur la fréquence moyenne qui a été fixée au préalable. Les 2 jacks J permettent de brancher le téléphone récepteur soit sur la plaque de la lampe BF_1, soit sur celle de la lampe BF_2.

Appleton a réalisé des expériences très curieuses sur les interférences entre l'onde venant directement de l'émetteur le long du sol et celle qui arrivait par réflexion sur la couche supérieure. Il a travaillé avec des ondes de l'ordre de 400 mètres. La nature des interférences dépendait évidemment du rapport entre la différence des chemins parcourus par les deux ondes et la longueur commune de ces ondes. En faisant varier cette dernière, M. Appleton a obtenu des renforcements et des silences successifs. Il a pu déduire de ces expé-

(1) Propagation des ondes de haute fréquence (Q. S. T., octobre 1925, page 12).

Digitized by Google

riences la hauteur de la couche réfléchissante qu'il a trouvée être bien de l'ordre de 100 kilomètres.

C'est aussi à des hauteurs de cet ordre que se produisent les aurores boréales. Enfin, Nicholls et Schelleng (1) ont essayé tout récemment d'expliquer le fading et les irrégularités de la réception des ondes courtes par l'action du champ magnétique terrestre.

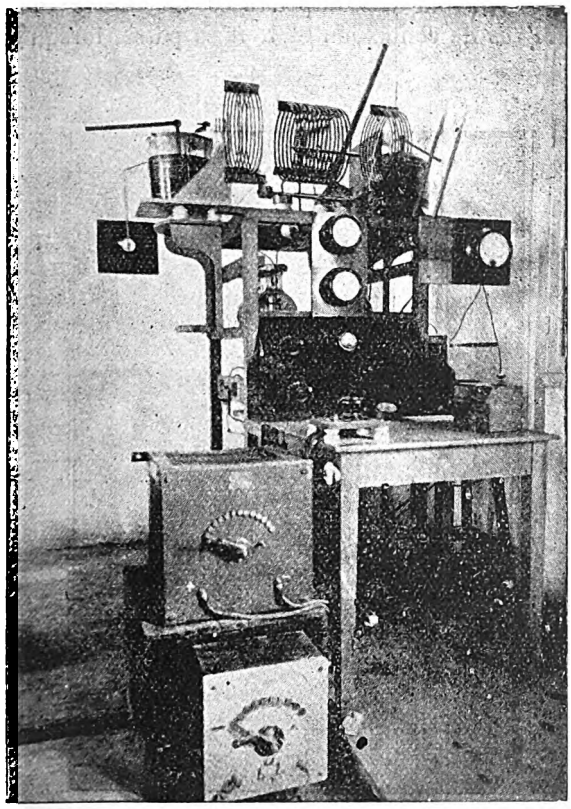


Fig. 141. — Vue intérieure du poste de 5 kilowatts à ondes courtes installé au fort d'Issy-les-Moulineaux et correspondant avec Djibouti. Ce poste est entendu dans de très bonnes conditions à Hanoï et à Nouméa.

Ils ont d'abord montré que le mouvement d'un électron libre sous l'action du champ magnétique terrestre qui est de l'ordre du demi-gauss correspond à la fréquence d'une onde d'environ 250 mètres. C'est précisément sur des ondes de cette longueur que l'on constate le maximum de fading.

Nicholls et Schelleng montrent aussi que sous l'influence du champ magnétique une onde se propageant parallèlement au champ, se décompose en deux autres ondes polarisées circulairement en sens inverse, et qu'une onde se propageant dans une direction perpendiculaire au champ magnétique terrestre se décompose, elle aussi, en deux ondes polarisées à angle droit. Toutes ces ondes dans un milieu hétérogène au point de vue électrique, se propagent avec des vitesses différentes, ce qui pourrait expliquer certaines irrégularités dans la réception. Les ingénieurs de la Western, qui étudient depuis plus d'un an les émissions radiotéléphoniques destinées à relier l'Angleterre à l'Amérique, ont constaté par des mesures nombreuses du champ à la réception que ce champ était profondément modifié au moment des orages magnétiques.

C'est aussi au champ magnétique terrestre que Sommerfeld attribue la meilleure réception de l'Ouest vers l'Est que nous signalons plus haut.

Nous avons énuméré toutes ces théories parce qu'aucune ne semble expliquer complètement les phénomènes observés jusqu'ici. Il n'y a en particulier aucune explication satisfaisante des bonnes portées diurnes des ondes très courtes, ni des variations considérables pour une onde donnée des portées diurnes ou nocturnes. Il est probable que l'ionisation variable avec l'éclairement des couches basses de l'atmosphère joue un rôle important dans ces phénomènes. Mais c'est tout ce que l'on peut dire pour le moment.

Si l'on cherche à résumer ce que l'on sait ou croit savoir sur la propagation des ondes et plus spécialement des ondes courtes, il n'est pas téméraire d'admettre qu'une partie du rayonnement suit le sol et est d'autant plus rapidement absorbée que l'onde est plus courte, qu'une autre partie est indépendante du sol (onde d'espace de Meissner), et revient vers la terre soit par réfraction, soit autrement. Les interférences entre ces diverses ondes peuvent expliquer le fading; la distance entre le point où l'onde de surface a disparu et le point où apparaît pour la première fois l'onde d'espace donne la largeur de la zone de silence dont l'existence se trouve ainsi expliquée. Enfin le chemin variable suivi par l'onde d'espace qui est évidemment fonction de l'ionisation très variable, elle aussi, de l'atmosphère, peut expliquer les irrégularités de la réception des ondes courtes, irrégularités que les ondes longues faisaient apparaître à un degré beaucoup moindre parce que leur réception a lieu en presque totalité par l'intermédiaire de l'onde de surface, qui elle, s'affaiblit très régulièrement avec la distance et paraît se propager d'une façon constante et régulière.

5. *Réception des ondes courtes.* — Les caractéristiques principales de la réception des ondes

(1) Propagation of electric Waves over the Earth. *The Bell System technical journal* (Avril 25 pages 215-234).

Digitized by Google

courtes sont les suivantes : possibilité de recevoir sur antenne désaccordée, bon fonctionnement du montage autodyne à réaction, difficulté de réaliser une amplification à haute fréquence. Nous verrons qu'on a tourné cette dernière difficulté par des montages spéciaux. Ce sont les montages dits superhétérodyne et le montage à superréaction. Si l'on étudie théoriquement le problème de la réception on peut démontrer qu'on peut, lorsqu'on dispose d'un circuit primaire comme par exemple l'antenne et d'un circuit secondaire, obtenir l'effet récepteur optimum en n'accordant qu'un seul des deux systèmes et en agissant sur le couplage entre primaire et secondaire. Mais pour les ondes longues le couplage optimum donné par le calcul serait tellement serré qu'il est pratiquement irréalisable ; c'est pourquoi il est impossible pour la réception des ondes longues de compenser le désaccord du primaire par un réglage convenable du couplage des deux circuits. Au contraire, quand il s'agit de recevoir des ondes courtes on est conduit à un couplage très acceptable et, par ailleurs, le fait que l'on reçoit avec un primaire non accordé et beaucoup plus considérable comme dimensions que si l'on avait recherché l'accord, permet d'avoir une action de l'onde à recevoir beaucoup plus importante, car cette action se produit sur une beaucoup plus grande étendue.

Le montage de réception à l'aide d'une lampe détectrice à réaction formant autodyne, lampe que l'on peut faire suivre à volonté de lampes amplificatrices à basse fréquence, est représenté par la figure 139. Ce montage qui donne une amplification importante, même lorsque on se borne à une seule lampe détectrice, a l'inconvénient de nécessiter un accord très précis. Le dispositif autodyne est favorable à la réception des ondes courtes parce que le circuit oscillant qui donne l'émission locale nécessaire à la réception a une période propre d'autant plus voisine de celle qui correspond à la longueur d'onde à recevoir, que cette longueur est plus petite. L'onde propre de ce circuit, au moment où il accroche, doit différer en effet de celle de l'onde à recevoir d'une quantité telle que la différence de fréquence soit de l'ordre de 600 à 1.000 et corresponde ainsi aux fréquences audibles. Plus la fréquence des ondes à recevoir est grande, plus la différence en question qui reste toujours la même correspond à une onde voisine de celle que l'on reçoit.

La difficulté d'amplifier à haute fréquence les ondes courtes provient du fait que les divers éléments du montage introduisent des capacités, des inductances ou des éléments de couplage parasites (par exemple, capacité entre les électrodes des lampes et entre les fils de connexion) dont l'effet est d'autant plus important que la fréquence est plus grande). Si l'on admet par exemple, ce qui est sensiblement exact, que la capacité entre électrodes d'une lampe est de l'ordre du 100.000e de microfarad, l'impédance de cette capacité par rapport à une onde de 20 m. sera de $\frac{1}{C\omega}$ (ou $\omega = 2\pi /$ soit $6.2 \times 15.000.000$) = $\frac{1}{10^{-11} \times 2\pi \times 15 \times 10^6}$ soit environ 1.000 ohms.

On trouvera des impédances du même ordre entre fils de connexion et tout se passe, lorsqu'on

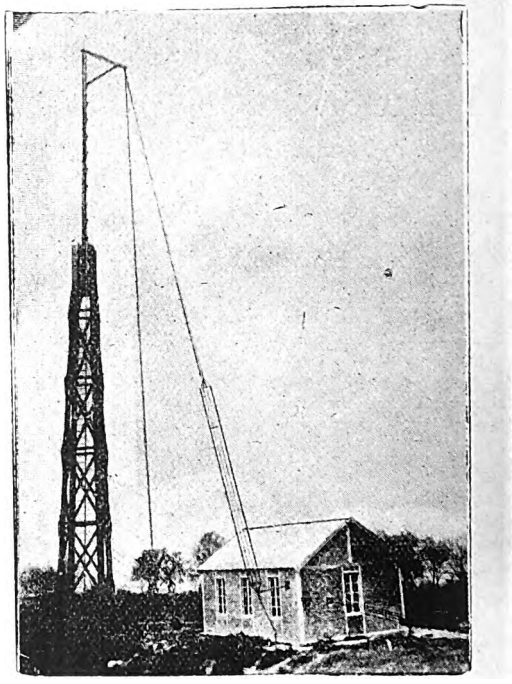


Fig. 142. — Vue extérieure du même poste. A gauche le support d'antenne. L'antenne est un petit prisme de quelques mètres. La terre est remplacée par un contrepoids identique à l'antenne.

cherche à amplifier des ondes très courtes avec un amplificateur haute-fréquence d'un type ordinaire, comme si l'on shuntait un peu partout les diverses parties de cet amplificateur par des résistances de l'ordre de 1.000 ohms. On conçoit que les courants de réception passant un peu partout l'appareil ne fonctionne pratiquement plus à partir d'une certaine fréquence.

Pour amplifier les signaux avant ou pendant la détection on a alors eu recours à des artifices spéciaux dont deux sont particulièrement employés pour la réception des ondes courtes : le montage superhétérodyne et le montage à superréaction.

Le principe du superhétérodyne est le suivant :

Digitized by Google

puisque les amplifications à haute fréquence ne se prêtent qu'à l'amplification des ondes relativement longues, on transforme les ondes courtes en ondes longues que l'on traite ensuite comme si elles venaient directement du correspondant. Pour arriver à ce résultat on fait battre l'onde courte de fréquence F qui arrive sur l'antenne de réception avec une hétérodyne locale dont la fréquence *f* est réglée de telle façon que la différence des fréquences F-*f* corresponde par exemple à 10.000 m. de longueur d'onde. Les battements qui se produisent ainsi à la fréquence 30.000 sont détectés et amplifiés à l'aide d'un amplificateur ordinaire à ondes longues qui peut être suivi d'un amplificateur à basse fréquence.

L'inconvénient du dispositif est de nécessiter un très grand nombre de lampes et de ne pas donner finalement une plus grande amplification qu'un simple dispositif de détection à réaction. Les

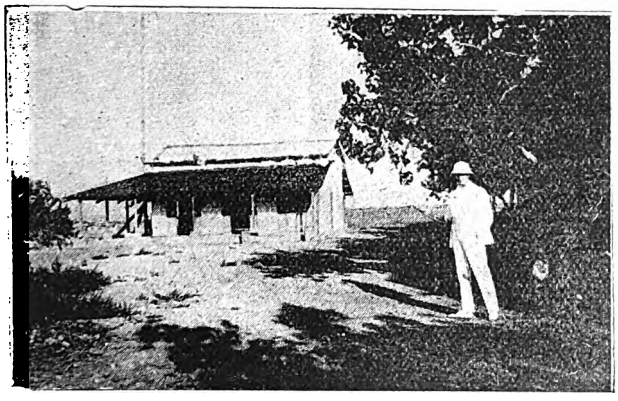


Fig. 143. — Vue extérieure du poste à ondes courtes de 5 kilowatts de Djibouti.

réglages, malgré le très grand nombre de lampes employées, sont assez simples car les circuits qui suivent l'hétérodyne sont réglés une fois pour toutes sur une fréquence donnée (fréquence correspondant à 10.000 m. dans l'exemple donné) et il suffit de régler le circuit récepteur sur l'onde à recevoir et l'hétérodyne locale de façon que sa fréquence *f* donne par battements, avec la fréquence F des ondes à recevoir, la fréquence sur laquelle les circuits suivants sont réglés. La fig. 140 donne le schéma d'un tel montage. Le montage à superréaction est plus simple que le montage superhétérodyne. Il a également l'avantage d'être moins sélectif que le montage avec détectrice à réaction et de permettre de trouver plus facilement le correspondant. Ce montage peut consister par exemple en un dispositif à deux lampes dont une détectrice et l'autre modulatrice. Le rôle de cette dernière consiste à superposer à la tension plaque continue de la première lampe une tension alternative d'intensité moyenne analogue à celle de la tension continue. Quand la tension alternative est négative elle se retranche de la tension continue et la plaque n'est plus soumise qu'à une tension négligeable ; quand, durant l'autre alternance, la tension alternative est positive, son effet s'ajoute au contraire à celui de la tension continue. Par un montage convenable des circuits, la première lampe pourra entrer en oscillation durant une des alternances, celle qui ajoute son effet à celui de la tension continue. Elle reviendra au repos pendant la deuxième alternance. On dispose les circuits pour que cette oscillation ne se produise que sous l'impulsion d'une f. e. m. extérieure par exemple celle de l'onde à recevoir qui déclanche alors pendant les alternances qui rendent la plaque positive des oscillations énergiques. Si la fréquence à laquelle ces oscillations se produisent, fréquence qui est celle de la lampe modulatrice est de l'ordre de 800 à 1.000 (fréquence audible), on entendra ces trains d'onde et l'on aura ainsi la possibilité de recevoir de l'onde entretenue pure. En étudiant de près les phénomènes, on constate que pour que le dispositif fonctionne de façon satisfaisante il faut que le nombre d'oscillations du courant de réception soit assez grand durant l'intervalle de temps où la lampe détectrice oscille, c'est-à-dire que l'onde à recevoir soit de fréquence assez grande ou de longueur d'onde assez petite, mais à partir du moment où l'on a réalisé la fréquence nécessaire on ne gagne pas grand chose à l'augmenter.

Si l'on veut recevoir de la téléphonie ou de l'entretenue modulée, on fera osciller la lampe détectrice à une fréquence inaudible en agissant sur le circuit de la lampe modulatrice (1). L'amplification avec le dispositif à superréaction est plus considérable qu'avec une détectrice à réaction et le réglage est moins précis, ce qui est généralement un avantage. Toutefois le dispositif est parfois bruyant tant qu'aucune réception n'est en cours, mais on a réussi à remédier à cet inconvénient. En résumé le simple dispositif avec lampe détectrice à réaction est souvent très suffisant pour assurer la réception des ondes courtes sur une antenne désaccordée ou accordée. Son inconvénient est sa très grande syntonie qui nécessite des accords très pointus. La superréaction dont la puissance amplificatrice est généralement plus grande a aussi l'avantage d'être moins exactement syntonisée.

(1) Généralement la superréaction fonctionne de cette manière et la réception des entretenues pures est plus délicate avec ce genre de montage.

Digitized by Google

Le dispositif superhétérodyne qui donne de bons résultats n'est pas très supérieur comme sensibilité au simple dispositif à réaction. Il a contre lui la nécessité d'employer beaucoup de lampes. Par contre il assure une certaine protection contre les parasites.

Nous allons maintenant, avant de parler des ondes plus courtes que celles qui servent couramment aux communications par ondes courtes, dire un mot des résultats que l'on peut considérer comme acquis dans la gamme des ondes comprises entre 15 et 115 m. et indiquer les projets d'emploi de ces ondes.

6. *Résultats actuellement acquis dans la gamme* 15-115 *m., réalisations en projets.* — Où en est, à la date où ces lignes sont écrites (début 1926), la question des ondes courtes, quels résultats sont acquis? Quels projets en voie de réalisation? En radiotéléphonie il n'y a pas encore beaucoup d'installations pratiquement utilisées. Nous citerons simplement les retransmissions faites aux États-Unis des émissions de Broadcasting. Des postes-relais retransmettent sur ondes courtes les émissions que l'on cherche à diffuser sur tout le territoire des États-Unis et qui sont émises à l'origine par des postes n'ayant pas une portée suffisante pour atteindre les récepteurs les plus éloignés. On a essayé aussi avec succès de relier par téléphonie sans fil sur ondes de longueur inférieure à 100 m. Hanoï avec Saïgon. L'onde employée pour ces essais est de l'ordre de 20 m. Le problème de la radiotéléphonie sur ondes courtes ne présente d'ailleurs pas de difficultés particulières, ainsi que nous l'avons déjà dit, l'avantage de la très haute fréquence pour la téléphonie est de permettre d'utiliser d'autant plus d'émissions simultanées que la longueur d'onde employée est plus courte.

Du côté de la radiotélégraphie il y a beaucoup plus de résultats importants acquis. Des amateurs comme M. Reinartz en Amérique et MM. Colmant et Beauvais en France explorent méthodiquement la gamme des ondes inférieures à 100 m. et cherchent patiemment les lois de la propagation ou du moins rassemblent des faits qui permettront peut-être de découvrir ces lois ou de démontrer qu'elles sont inexistantes.

Par ailleurs, dans les milieux industriels, coloniaux, militaires, et aussi dans les services de la météorologie on utilise effectivement les ondes courtes et on les emploie depuis plus d'un an à un trafic réel au cours duquel on continue en même temps des essais. Sainte-Assise, avec des puissances d'alimentation de l'ordre de 10 à 20 kilowatts, travaille chaque nuit avec l'Amérique du Sud sur les deux ondes 43 et 23^{m} (1); Buenos-Aires commence à entendre vers 7 heures du soir (1) et l'on peut continuer le trafic jusqu'à 10 heures du matin. Des transmissions analogues ont lieu entre l'Allemagne (Poste de Nauen) et les deux Amériques et aussi entre les États-Unis et l'Argentine. Une liaison analogue est assurée également entre Java, la Hollande et l'Allemagne. Une station mixte à ondes courtes et à ondes longues va être installée par une compagnie française à Santiago du Chili pour correspondre avec le Brésil et l'Argentine et

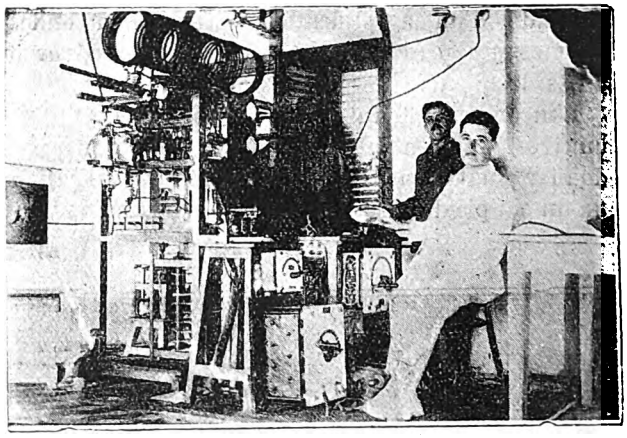


Fig. 144. — Vue intérieure du même poste.

éventuellement avec l'Europe et l'Amérique du Nord. Une liaison quotidienne par ondes courtes et pendant un nombre d'heures déjà fort appréciable paraît dès à présent possible entre l'Europe et l'Amérique.

Elle ne sera vraisemblablement pas de longtemps assez sûre pour qu'on puisse la considérer autrement que comme un moyen de secours destiné à doubler les postes à ondes longues qui, eux, sont d'une régularité parfaite s'ils entraînent des frais beaucoup plus considérables.

Pour ce qui est des liaisons coloniales, ce manque de régularité des émissions à ondes courtes présente moins d'importance, tout au moins lorsque le correspondant est une colonie à trafic commercial réduit. La certitude dès à présent acquise de pouvoir passer chaque jour, donne une sécurité de trafic suffisante et le retard systématique de quelques heures que l'emploi des ondes courtes peut entraîner n'a généralement pas une importance majeure.

Aussi a-t-on installé dès à présent un certain nombre de stations de cette nature et a-t-on fait le projet aussi d'une extension importante du réseau colonial, par l'emploi de postes à ondes courtes

(1) L'onde 17^{m} a été mise également en service récemment.

(1) Ces heures comme toutes celles qui vont suivre sont en temps moyen Greenwich.

Digitized by Google

dont les frais d'achat et d'exploitation sont incomparablement moindres que pour des stations extra-puissantes à ondes longues.

Un poste de 5 kilowatts, dont les fig. 141 et 142 représentent l'aspect intérieur et extérieur, met chaque jour en relations Paris et Djibouti pendant la nuit et une partie du jour. On a pu recevoir à Djibouti des émissions faites à Paris à 14 heures avec l'onde 32 m. qui est l'onde actuelle d'exploitation.

Un poste identique existe à Djibouti (fig. 143 et 144) et assure une intercommunication quotidienne de plusieurs heures avec le premier poste sur une distance qui est de l'ordre de 6.000 kilomètres. Le poste de Djibouti émet l'onde de 70 m.

Ces deux postes sont entendus de façon très confortable à Nouméa qui est à 12.000 kilomètres du 1er et à 10.000 du second. Nouméa doit d'ailleurs être pourvu d'ici peu d'un poste plus puissant (environ 25 kilowatts d'alimentation), lequel reliera cette colonie à l'Indo-Chine et vraisemblablement à la France directement.

Les résultats obtenus par les postes de cette nature, dont le prix représente peut-être le 1/20e ou le 1/30e de la valeur d'un poste extra-puissant, comme Croix-d'Hins, ont conduit à projeter tout un réseau inter-colonial qui permettra, à peu de frais, d'achever ce qui avait été commencé pendant la guerre. En 1917, en effet, quatre postes extra-puissants ont été commandés pour Saïgon, Tananarive, Bamako et Brazzaville. Ces postes, munis d'alternateurs et d'arcs, travaillent sur des ondes variant de 10 à 20.000 m. et relient les quatre colonies françaises principales avec la métropole. Pour compléter ce réseau, des postes de même genre avaient tout d'abord été projetés pour Nouméa, Tahïti et la Martinique. Il semble à présent que l'on se contera de doter ces trois colonies de postes à ondes courtes du genre de celui de Djibouti. Il se pourrait aussi que l'on double à l'aide de postes semblables les grands postes déjà existants. Ceci permettrait comme il est fait déjà à Sainte-Assise de travailler sur ondes longues quand l'onde courte ne passe pas, mais d'employer cette dernière, infiniment plus économique, dans les moments, en somme assez fréquents, où elle atteindrait la France.

D'autres réseaux sont en projet dans l'intérieur même des colonies. En Indo-Chine, d'intéressants essais ont eu lieu à Hanoï et nous avons dit plus haut qu'on avait communiqué en téléphonie entre Hanoï et Saïgon. Le poste qui a donné ces résultats fonctionnait sur ondes courtes avec une puissance d'alimentation de l'ordre de 100 watts. Ce même poste a été entendu en Amérique et en Algérie et aussi quelquefois en France. Un réseau à ondes courtes reliant Hanoï à Saïgon et à des postes installés dans le haut Tonkin est en projet et sera prochainement réalisé. De même on sera peut-être amené à doubler le grand poste de Saïgon par une émission à ondes courtes. En Afrique occidentale française des projets analogues sont en voie de réalisation et des émissions à ondes courtes pourront sans doute prochainement relier à peu de frais les diverses colonies du groupe entre elles et éventuellement avec la France.

Des réalisations très intéressantes de postes militaires ont été terminées tout récemment dans cette même gamme des ondes courtes sous la direction du Commandant Jullien et l'emploi de telles ondes ouvre la possibilité de faire toute une série de liaisons nouvelles dans la zone de l'avant, liaisons qui se superposeront sans brouillage à celles qui existent déjà. Les possibilités d'emploi en ce qui concerne la T. S. F. militaire s'en trouveront très heureusement accrues.

Enfin la météorologie, et nous en avons parlé plus haut, a fait grand usage des ondes courtes. Le *Jacques-Cartier*, bâtiment-école des capitaines au long cours et la *Jeanne-d'Arc*, bâtiment-école de la Marine militaire française sont munis de postes à ondes courtes pouvant émettre soit des ondes de l'ordre de 90 m., soit des ondes de l'ordre de 30 m. Ces navires correspondent avec des postes à terre ou avec d'autres navires (ils sont munis pour cela d'une émission supplémentaire donnant les ondes de trafic réglementaires dans la Marine). Ils recueillent ainsi des renseignements météorologiques qu'ils peuvent envoyer à grande distance à l'aide de leur poste à ondes courtes et ainsi on peut faire en France des cartes météorologiques se rapportant à l'Atlantique ouest ou même au Pacifique, d'où une grande amélioration dans les prévisions du temps.

Le *Jacques-Cartier* a déjà fait 5 ou 6 voyages, généralement entre le Havre et le Golfe du Mexique, ou la côte Pacifique des États-Unis, chaque fois il est entré en liaison avec la France, ou le Maroc jusqu'à des distances de 8.000 kilomètres et a pu donner ainsi les renseignements météorologiques nécessaires. On a pu constater pendant ces voyages une zone de silence qui, pour l'onde de 31 m., était de l'ordre de 800 kilomètres. On a constaté aussi des anomalies de propagation dont nous avons parlé plus haut et qui sont encore mal expliquées.

Quoi qu'il en soit, l'émission des météogrammes sur ondes courtes est parfaitement organisée dès maintenant. Des postes fixes comme la Tour-Eiffel, Tunis, Casablanca émettent chaque jour de tels télégrammes dont la portée, grâce à la nature de l'onde émise, est très grande pour une puissance au départ relativement faible. Les renseignements donnés par les navires (*Jacques-Cartier* et *Jeanne-d'Arc*) étendent en même temps le champ des

Digitized by Google

renseignements immédiatement exploitables. Il est à noter à ce point de vue qu'un poste américain, celui de Bellevue (près Washington), émet chaque jour un météogramme sur 71 m. A la date du 1er janvier 1926, le programme d'émissions suivantes a été arrêté. La Tour Eiffel émet chaque jour 5 météogrammes sur 75 m., l'un d'eux étant simultanément émis sur 32 m. Le poste qui travaille normalement avec Djibouti en expédie un sur 32 m., Casablanca en envoie deux sur 48 m. et l'Amérique un sur 71 m. De leur côté le *Jacques-Cartier* et le *Jeanne-d'Arc* ont à leur programme 5 ou 6 émissions quotidiennes sur les ondes 79 et 33 pour le *Jacques-Cartier* et 50 pour le *Jeanne-d'Arc*.

En résumé, les ondes courtes assurent dès maintenant un trafic quotidien commercial soit avec nos colonies soit avec l'Amérique ; elles rendent les plus précieux services à la météorologie et à la télégraphie militaire ; elles sont l'objet d'essais constants qui donneront peut-être les indications nécessaires pour fixer les exploitants sur la meilleure longueur d'onde à choisir pour une heure, un jour et une saison donnée. Mais dès à présent, les émissions à ondes courtes ont des applications pratiques et ne sont plus du domaine exclusif du laboratoire.

Il nous reste à parler maintenant des ondes de l'ordre du mètre et de celles qui, plus courtes encore, n'ont pas d'emploi pour le moment et donnent lieu simplement à d'intéressants travaux théoriques.

(A suivre.)

Commandant METZ.

LES ORCHIDÉES AU BRÉSIL
LA FORÊT

Ce qu'il y a de plus intéressant au Brésil, c'est la forêt, avec sa végétation luxuriante et son fouillis de plantes. Le sol est caché par une épaisse couche de terreau qui forme comme un moelleux tapis. Ce serait une grave imprudence que de s'y aventurer sans boussole. On raconte que des gens du pays y ont erré parfois pendant plusieurs jours sans pouvoir en sortir. Il m'a été donné, bien involontairement d'ailleurs, de vérifier ce que l'on dit des forçats évadés de Cayenne qui croyant aller droit devant eux tournent dans la forêt et finissent par revenir presque au point de départ. Un Palmier abonde dans ces forêts, c'est le Palmite, avec son tronc élancé et ses feuilles élégamment découpées. Les Brésiliens mangent volontiers la base très tendre des jeunes feuilles, quoique ce mets soit un peu fade. Lorsque la forêt est très humide, comme c'est le cas de celle qui s'étend de Alto da Serra à Santos, de part et d'autre de la luxueuse ligne de chemin de fer de la Compagnie anglaise « Saô Paulo Railway», les plantes épiphytes sont d'une extrême abondance. Les arbres en sont littéralement couverts,

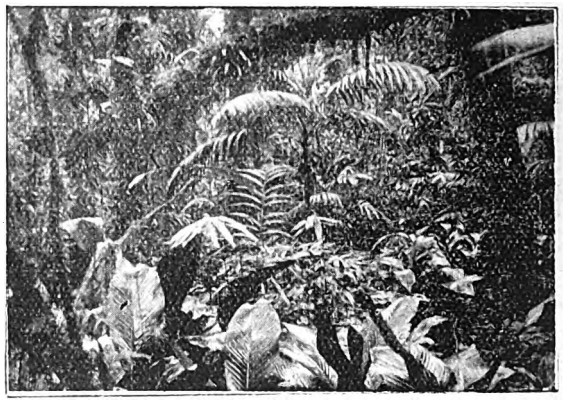


Fig. 145. — Jeunes palmites.

chacun d'eux supporte comme une petite forêt, et quand on entr'ouvre ce revêtement de tiges on peut ramasser entre lui et l'arbre-support des poignées de terreau. Ces Épiphytes ont donc à leur disposition un véritable sol : ce sont surtout des Aroïdées. Celles qui sont installées tout en

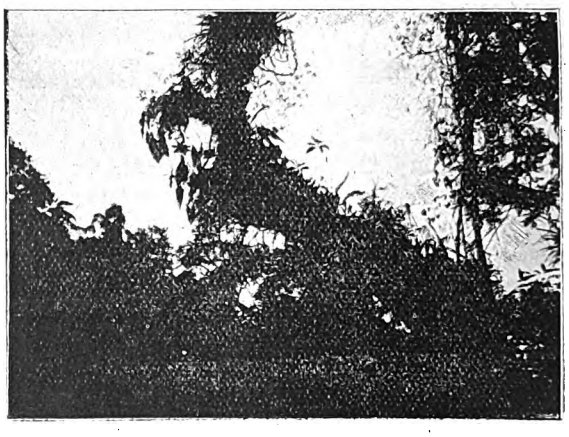


Fig. 146. — Arbre couvert d'Epiphytes.

haut des arbres laissent pendre verticalement sur une longueur de 20 à 30 mètres leurs minces racines adventives qui figurent comme autant de cordages ; une jeune liane, parfois, en profite pour s'y enrouler et gagner ainsi la lumière par le chemin le plus court. Les Broméliacées se rencontrent à chaque

Digitized by Google

pas, tant sur les arbres que sur le sol, retenant entre les bases serrées de leurs feuilles un véritable petit étang. Quant aux Orchidées, on ne les aperçoit que très haut, là où la lumière abonde, et si on

Fig. 147 — La grande forêt. Les aroïdées.

veut se les procurer, on n'a d'autre ressource que d'abattre les arbres.

LES ORCHIDÉES

C'est donc plutôt en dehors de la grande forêt qu'on doit les chercher. Tout le monde, là-bas, les connaît sous le nom de *Parasites*, et le chercheur d'Orchidées est dit : *um parasiteiro*. Heureuse-

Fig. 148. — Broméliacées.

ment pour lui, ces plantes se trouvent surtout dans les petits bois bien éclairés, ce qui facilite ses recherches.

Une touffe d'Orchidée est fixée à l'écorce de l'arbre par des racines adventives qui y rampent parfois sur une grande longueur. Aucune de ces racines ne pend dans l'air ; étant donné qu'elles sont presque entièrement à nu, la plante doit se contenter de très peu d'eau et de très peu de nourriture, c'est pourquoi on peut les cultiver avec succès, tout simplement dans du gravier ou de la pierre ponce, en leur donnant, comme nourriture, de l'eau de pluie !

Nous étions installés dans les environs de Saô Paulo lorsque la Révolution de juillet 1924 éclata. Quittant alors cette région devenue inhospitalière, nous sommes allés vers le sud, à l'île Sainte-Catherine. La ville, qui est la capitale de l'État de Sainte-Catherine, se nommait autrefois Desterro, c'est-à-dire le lieu d'exil : c'est maintenant Florianopolis, la plus charmante petite ville que l'on puisse rencontrer (les Urubus eux-mêmes y ont un air des plus sympathiques). L'île sera bientôt rattachée au continent par un pont gigantesque passant par-des-

Fig. 149 — Cattleya Leopoldi.
Les racines s'étendent sur une hauteur de 1m,75.

sus la mer. Dans les petits bois, et même sur la broussaille qui a envahi le sable au bord de la mer, on trouve les *Cattleya Leopoldi* et *intermedia* en nombre prodigieux ; il y en a d'énormes touffes sur le sol, les racines enfoncées dans du sable blanc très pur. Plus à l'intérieur, sur les rochers, se voient de grands tapis de *Lælia purpurata*.

LA GERMINATION DES ORCHIDÉES

Le but principal de notre voyage au Brésil était l'étude de la germination des Orchidées épiphytes. Mon premier soin a donc été de me mettre en quête de très jeunes plantules à l'état de tubercule embryonnaire ; il m'a fallu pour cela explorer l'écorce des arbres et la surface des rochers car les plantules de cet âge se rencontrent bien rarement. Pendant les quatre mois que j'ai passés au Brésil je n'ai pu

Digitized by Google

en trouver qu'une quinzaine. Elles appartenaient à des genres variés (*Brifenaria*, *Épidendrum*, *Lœlia*, *Maxillaria*, *Oncidium*). Les ayant examinées au microscope, j'ai trouvé dans toutes, sans exception, des Champignons endophytes, sous forme de pelotons plus ou moins vivants.

Il est aisé de déterminer les conditions favorables à la germination des graines d'Orchidées Épiphytes ;

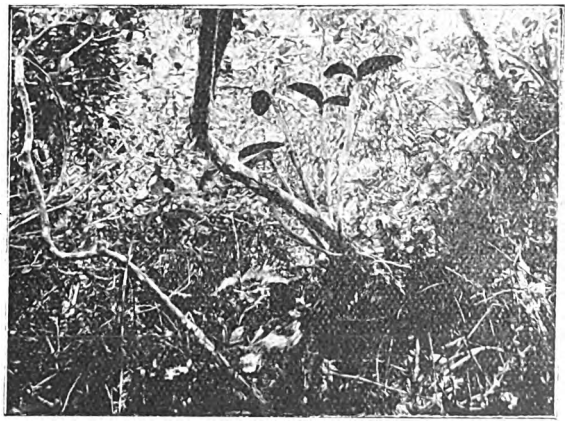


Fig. 150. — Cattleya Leopoldi.

une capsule s'ouvre : les graines, excessivement légères, sont disséminées par le vent. Celles qui tombent sur le sol ont peu de chance de fournir des plantes viables, à cause du manque de lumière et de l'excès d'humidité, celles qui tombent sur un arbre doivent, pour se développer, rencontrer une écorce rugueuse ; tapies dans un léger creux, elles résisteront au ruissellement de l'eau de pluie et à la sécheresse qui succédera ; mais il faut aussi et surtout qu'un filament de champignon, ou Rhizoctonia, vienne à les rencontrer, pénètre à leur intérieur et leur apporte un peu de nourriture du dehors, car ces graines minuscules ne contiennent aucune réserve nutritive.

La graine a-t-elle beaucoup de chances d'être rencontrée par un Rhizoctonia? Les essais de germination que j'ai faits dans les forêts, en vue d'établir la répartition des Rhizoctonia ne m'ont pas donné de brillants résultats. A 700 mètres d'altitude, il ne faisait pas assez chaud : 15 à 20° ; j'ai alors usé d'un moyen détourné, j'ai récolté un peu partout sur les rochers et sur les arbres des lichens, de la mousse et des fragments d'écorce. Je savais par des recherches antérieures que les Rhizoctonia peuvent supporter, sans mourir, une sécheresse de très longue durée : une ou deux années. Rentré en France, je me suis servi de ces matériaux et des graines de Cattleya et Lœlia, récoltées au Brésil, pour faire des essais de germination.

Sur 50 essais, 10 n'ont rien fourni : les graines sont mortes sans se développer. Les 40 germinations se répartissent ainsi :

Quatre ont montré des graines gonflées, vivantes, mais sans développement.

Une ne donne que des sphérules : on aperçoit des filaments de Rhizoctonia dans le suspenseur, mais ils n'ont pu aller plus loin.

Huit ont donné des plantules très faibles contenant des pelotons de Rhizoctonia morts et à l'état de petites masses réfringentes.

Dix ont donné des plantules contenant des Rhizoctonia vivants : les filaments qui forment les pelotons sont très grêles.

Dix-sept ont montré des Rhizoctonia à l'état de filaments très gros, réfringents et vigoureux : aussi les pelotons sont-ils nombreux et bien vivants et les plantules d'une très belle venue.

Neuf fois sur dix, les graines auraient donc chance de rencontrer des Rhizoctonia ; mais ceux-ci, il est vrai, ne sont pas toujours très actifs : ils le seraient dans la moitié des cas.

Pour isoler ces Rhizoctonia actifs on choisit dans le semis les plantules les plus fortes ; on en stérilise le dehors en les immergeant pendant un quart d'heure dans une solution de sublimé au 1/1.000e puis on les lave soigneusement et on les introduit isolément dans des tubes stérilisés à l'autoclave, contenant une gelée de salep à 1 % solidifiée par la gélose. On attend quinze jours et on ne garde

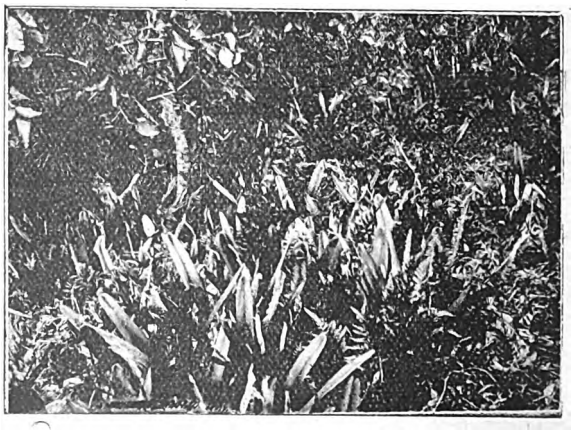


Fig. 151. — Lœlia purpurata sur des rochers.

que les tubes exempts de toute trace de moisissure. En y écrasant les plantules, les Rhizoctonia qui étaient à l'intérieur de ces dernières se développent au point de tapisser entièrement l'intérieur des tubes. On conservera cette culture pure en la repiquant tous les trois mois sur le même milieu et on l'utilisera pour faire germer les semis de graines d'Orchidées.

Digitized by Google

GERMINATION DES ORCHIDÉES DANS LES SERRES

Voyons maintenant ce qui se passe chez nous. Les graines de Cattleya et Lœlia qui sont semées dans nos serres doivent, pour germer, trouver également le concours d'un Rhizoctonia. On admet que ces Champignons ont été importés de l'Amérique tropicale avec les plantes elles-mêmes dans les racines desquelles ils vivent en symbiose. Trouvant dans nos serres une humidité et une chaleur convenables, ils se sont multipliés au point de se rencontrer un peu partout, et c'est ainsi qu'ils arrivent à contaminer les semis. Ceux-ci se font d'ordinaire sur une toile de coton maintenue humide par une poignée de sphagnum qu'elle enserre fortement.

Si donc, au moyen des procédés habituels d'antisepsie, on préserve le semis du contact des Rhizoctonia, les graines ne devraient pas pouvoir germer. A mon grand étonnement, des semis ainsi disposés et même préparés ou effectués entièrement en dehors de la serre ont parfaitement réussi, et les plantules contenaient des Rhizoctonia. Ce serait donc le sphagnum qui les apporterait : en effet, si on recommence l'expérience avec du sphagnum bouilli, la germination n'a pas lieu. Il est possible d'ailleurs d'opérer dans des conditions d'asepsie absolue. Des tubes de culture contenant une solution de salep à 1 % additionnée de gélose sont stérilisés à l'autoclave, on y introduit un brin de sphagnum et quelques graines de Cattleya. Des moisissures variées se développent et parmi elles des Rhizoctonia, car dans certains tubes les graines germent et fournissent des plantules. La conclusion qui s'impose est celle-ci : il y a chez nous, comme au Brésil, des Rhizoctonia qui vivent un peu partout, en saprophytes, et qui n'ont jamais l'occasion de pénétrer dans une graine d'Orchidée. Ce n'est pas seulement, en effet, sur le sphagnum qu'on en rencontre, car sur treize échantillons de mousse ramassés dans les bois, dans des régions très éloignées l'une de l'autre, et ne contenant aucune espèce d'Orchidée terrestre indigène, sept m'ont fourni des Rhizoctonia. Et cependant, ces Rhizoctonia indigènes, comme pouvoir germinatif, ne le cèdent en rien aux Rhizoctonia brésiliens.

On peut, il est vrai, faire germer les graines d'Orchidées sans le concours de Rhizoctonia, mais il faut pour cela leur fournir une nourriture appropriée, soit une gelée de salep très concentrée (5 %), soit une solution minérale additionnée de matières ternaires (sucre ou amidon) et de matières azotées (peptone). Ce milieu, hautement nutritif, serait vite envahi par les moisissures si on le laissait à l'air, aussi doit-il être tenu en tubes aseptiques et les graines qu'on y introduit doivent être également aseptiques. Il suffit pour cela de les retirer d'une capsule mûre mais non encore ouverte; ou bien, si elles sont contaminées, on les stérilise par un séjour de dix minutes dans une solution de sublimé au 1/1.000e et on les lave par un passage dans plusieurs eaux.

En somme, il s'agit là l'une germination faite dans des conditions artificielles; mais, dans les conditions naturelles, aussi bien au Brésil que chez nous, les graines d'Orchidées, sauf de très rares exceptions (celles qui contiennent une réserve suffisante de nourriture), ne peuvent germer sans le concours de Rhizoctonia symbiotiques.

Alfred MERCIER,
Agrégé de Sciences naturelles,
Chargé de mission.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

L'observatoire royal de Greenwich. — La pose de la première pierre de l'Observatoire de Greenwich avait eu lieu à Flamsteed Hill le 10 août 1675 et le 250e anniversaire de cet événement a été célébré le 23 juillet dernier.

La date de la récente cérémonie a été avancée d'une quinzaine de jours, pour permettre aux savants étrangers participant à la session de l'Union astronomique internationale réunie à Cambridge, de prendre part à cette célébration. L'Astronome royal, sir Frank Dyson, les y avait conviés lors de la clôture du précédent Congrès tenu à Rome en 1922.

En un très intéressant article, M. Paul Ditisheim a retracé, dans le *Bulletin de la Société astronomique de France* (décembre 1925), l'histoire de cet établissement vénérable. Nous lui empruntons les quelques détails qui suivent.

L'ordonnance du roi Charles II, qui désignait le Révérend John Flamsteed comme premier directeur de l'Observatoire de Greenwich, définissait ainsi les devoirs de sa charge : « L'astronome royal appliquera immédiatement tous ses soins et toute son activité à rectifier les tables des mouvements célestes et les positions des étoiles fixes, afin de donner les moyens de déterminer les longitudes pour le perfectionnement de l'art de la navigation. »

Dès ses débuts, l'Observatoire de Greenwich eut ainsi un directeur auquel était imposé un objet d'études bien déterminé; les successeurs de Flamsteed ne l'ont jamais

Digitized by Google

oublié, et c'est à cette unité de vue persévérante que l'Observatoire anglais a dû sa force et sa fécondité, malgré la modicité des ressources mises primitivement à la disposition de l'astronome royal.

L'Observatoire fut construit sur l'emplacement d'une vieille tour féodale, Greenwich Castle, d'après les plans de Christophe Wren et de Flamsteed, huit ans après la fondation de l'Observatoire de Paris. Colbert, toujours

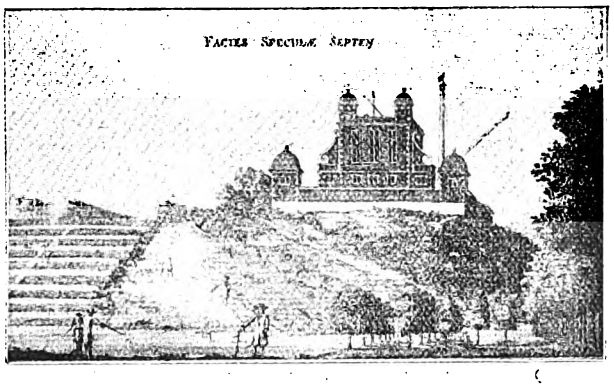


Fig. 152. — L'Observatoire royal de Greenwich au temps de Flamsteed (d'après une gravure de l'*Historia cœlestis*).

à la recherche des occasions de contribuer au progrès des sciences et à la gloire de son roi, avait conçu un édifice important, déjà bâti jusqu'au premier étage, lorsque Jean-Dominique Cassini fut appelé à Paris. Colbert ne s'était pas seulement proposé d'élever un Observatoire pour l'Astronomie, mais surtout de réunir, dans le même lieu, tout ce qui se rapportait aux sciences. L'Académie devait y tenir ses séances hebdomadaires.

A Greenwich, on se contenta d'une simple tour octogonale à deux étages; la partie inférieure devait servir d'habitation à l'Astronome royal; l'étage supérieur, formé d'une seule pièce, percée de hautes fenêtres, était destiné aux observations.

La figure 152 donne une vue d'ensemble de l'Observatoire primitif, d'après le frontispice de l'ouvrage de Flamsteed, intitulé *Historia Cœlestis Britannica*.

M. Ditisheim retrace l'œuvre accomplie par les astronomes qui se sont succédé à la direction de l'Observatoire : Flamsteed, Halley, Bradley, Rev. Nath. Bliss, Rév. Nevil Maskelyne, John Pond, Sir J. Airy, Sir W. Christie, Sir F. Dyson.

L'Observatoire de Greenwich, que dirige actuellement Sir Dyson et dont la fig. 153 reproduit une photographie récente, a toujours été un observatoire de précision, mais ne s'en intéresse pas moins à tous les progrès de la recherche astronomique. Pour s'en convaincre, il suffira de lire cet éloquent résumé du Rapport présenté, le 6 juin 1925, au *Board of visitors*, sur les travaux du dernier exercice annuel.

« Les instruments de l'Observatoire ont été laborieusement et efficacement utilisés. Il a été préparé et publié un catalogue fondamental basé sur les observations du cercle méridien. L'altazimut apporte aux déclinaisons fondamentales son utile contrôle. Les résultats du télescope Cockson sont en concordance avec les déterminations des stations de latitude internationales et viennent ainsi renforcer la détermination des fluctuations de la latitude. L'Equatorial de 28 pouces a servi à la mesure d'étoiles doubles soigneusement sélectionnées, nécessitant l'emploi d'un grand télescope. Avec l'équatorial Thomson, les travaux de mesure de la parallaxe ont été poursuivis et un volume donnant les résultats actuellement obtenus est en voie de publication. On a consacré beaucoup de temps et d'attention à la préparation de la mesure des températures stellaires. L'équatorial astrophotographique a servi à la détermination du mouvement propre des étoiles de la zone de Greenwich; ce supplément viendra naturellement s'ajouter au catalogue astrographique. La distribution des signaux horaires et la comparaison de l'heure de Greenwich avec les signaux horaires reçus par voie radiotélégraphique ont constamment été perfectionnées aux prix de beaucoup de temps et de patience. Les observations magnétiques se poursuivent à la fois à Greenwich et à Abinger Bottom, de telle sorte qu'au moment où les chemins de fer seront électrifiés, une forte liaison aura été assurée entre les anciennes séries d'observations de Greenwich et les séries de la nouvelle station d'Abinger. »

« Comme l'indique cet exposé, conclue M. Ditisheim, les savants illustres qui ont présidé aux destinées de l'Observatoire de Greenwich, instruits par une longue expérience des besoins réels de l'astronomie, ont, à toutes les époques, eu pour principal objectif l'amélioration des instruments et le perfectionnement des méthodes d'observation.

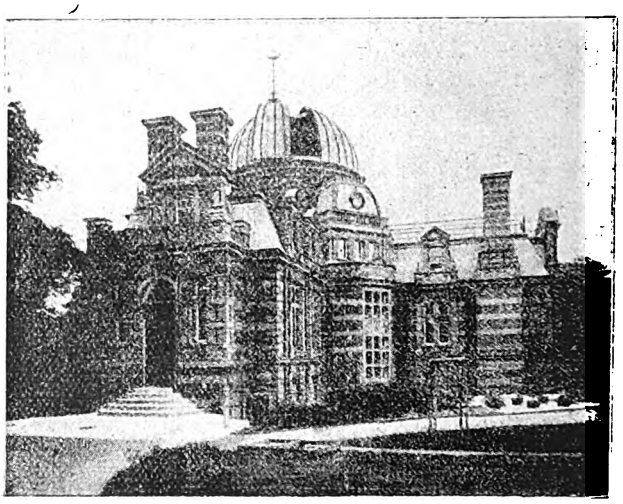


Fig. 153. Le nouvel Observatoire de Greenwich.

« Tous étaient, au moment de leur nomination, les meilleurs astronomes observateurs de leur temps, et leur élévation au poste d'Astronome royal ne les a pas empêchés de continuer leurs observations. Jamais, en effet, on n'a confié la Direction de l'Observatoire royal à un savant, quelque illustre qu'il soit, qui ne fût point, par ses travaux antérieurs, au courant des choses du métier. Aussi l'Observatoire de Greenwich, sans jamais quitter la voie éminemment utile qui lui avait été tracée, a vu son programme primitif s'étendre progressivement avec des méthodes d'observation toujours adaptées aux progrès récents de la science. Grâce à cette fixité dans son activité, il a contribué puissamment aux progrès de la marine anglaise et à la gloire scientifique de la nation qui l'avait fondé. »

A. Bc.

Digitized by Google

Électricité

Le mouvement de l'électricité dans les métaux. — Dans l'état actuel de nos connaissances, où nous ignorons encore le mécanisme effectif du courant électrique, il est cependant commode de s'en faire une image pour l'étude. En général, on recourt à une analogie hydraulique, et on assimile le phénomène au passage d'une colonne liquide dans un tuyau. Maxwell lui-même, qui demeurait sceptique sur la nécessité de cette interprétation, n'en a point toutefois contesté l'opportunité. En partant de considérations de ce genre, les physiciens ont élaboré des théories électroniques du courant. C'est cette question que le grand savant hollandais Lorentz est venu aborder en mai dernier, devant l'Institution of Mechanical Engineers.

Lorentz rappelle d'abord la représentation qu'on se trace aujourd'hui de l'atome, noyau positif entouré d'électrons périphériques à des distances relativement très grandes. Le nombre des électrons périphériques 26 pour le fer, 29 pour le cuivre et 47 pour l'argent, est égal au numéro atomique de l'élément, c'est-à-dire à son rang de classement dans le tableau périodique. Les noyaux, dans lesquels se concentre à peu près toute la masse des corps, occupent, dans l'état solide, des positions déterminées. C'est entre les mailles de cette structure que les électrons constituant le courant seraient assujettis à se déplacer.

Pour ce qui est du régime des électrons périphériques des atomes, deux conceptions sont en présence. Les chimistes adoptent volontiers un modèle statique. Les physiciens, en général, préfèrent se rallier aux idées de Bohr, qui considère que les électrons périphériques sont en révolution autour du noyau avec des vitesses de l'ordre de celle de la lumière.

Avec le modèle de Bohr, satisfaisant pour l'interprétation des spectres optiques, l'agitation au sein des atomes serait telle que les mouvements d'origine thermique deviendraient négligeables et que le courant électrique le plus intense ne serait guère qu'un phénomène accessoire.

Lorentz rappelle l'expérience de Tolman et Stewart, tendant à montrer que dans la conduction métallique, le courant est véhiculé par des électrons négatifs. Une comparaison hydraulique explique le principe de la méthode. Si brusquement on fait tourner autour de son axe géométrique un tube annulaire rempli d'eau, l'eau restée d'abord en arrière n'est portée que graduellement à la vitesse du tube. Inversement, après arrêt brusque du tube, l'eau continue quelque temps encore à s'écouler. Dans les expériences de Tolman et Stewart, c'est un fil qui joue le rôle du tube et ce sont les électrons qui jouent celui de l'eau. L'intensité I du courant dû à l'arrêt brusque du conducteur a pour expression

$$I = \frac{lm}{re} v,$$

l étant la longueur du fil, v sa vitesse initiale, r sa résistance et $\frac{m}{e}$ le quotient de la masse des porteurs de courant par leur charge. Ce rapport, calculé à partir de l'égalité ci-dessus, a précisément la valeur qu'on trouve dans le cas des rayons cathodiques. En outre, le sens du courant indique que les porteurs sont négativement chargés et que par suite, dans un métal, la conduction est électronique.

D'après les données de Hertz, Lorentz calcule que, dans un fil de cuivre, le nombre des électrons libres serait supérieur à $2{,}2 \cdot 10^{16}$ par centimètre cube.

Lorentz rappelle ensuite la théorie de Drude, où les électrons libres interviennent dans l'agitation thermique. Chacun d'eux acquiert la même énergie cinétique moyenne qu'une molécule ordinaire, à la même température. L'hypothèse de Drude permet de calculer assez exactement le coefficient de conductivité. Cependant elle ne concorde pas avec l'expérience au sujet de la chaleur spécifique des métaux. Dans le cas du cuivre, par exemple, elle conduit à une chaleur spécifique égale à 15 fois la valeur observée, à moins de ne supposer des libres parcours invraisemblablement élevés.

Lorentz termine en discutant les expériences de Kamerlingh Onnes sur la supra conductibilité (1). Kamerlingh Onnes a constaté, sur un certain nombre de métaux, qu'au-dessous d'une température elle-même très basse, les corps cessent d'opposer une résistance au courant. Cette température critique est de 4°.2 abs. pour le mercure, 3° abs. pour l'étain et 7°.3 abs. pour le plomb. Ce seuil franchi, les courants induits, qui sont temporaires dans nos conditions habituelles d'observation, continueraient à circuler du fait de l'absence de résistance. Kamerlingh Onnes a exécuté dernièrement des expériences où une sphère de métal se trouvait soumise à un champ magnétique. A la température ordinaire il se produit un courant promptement détruit par la résistance, sans aucune variation du champ magnétique. Au contraire, à la température de supraconduction, on constate un champ magnétique additionnel, faisant un angle avec le champ initial, tandis que les courants induits par ce nouveau champ subsistent. Même dans cette condition supra conductrice, on ne saurait considérer les électrons comme complètement libres et ce n'est que le long de trajets déterminés qu'ils pourraient se mouvoir. La théorie montre en effet que dans l'hypothèse des électrons libres, il faudrait prévoir pour les courants un mouvement de précession autour de l'axe du champ magnétique initial. Or aucun phénomène de ce genre n'était décelable.

S. V.

Chimie Physique

Les réactions induites et le diabète (2). — Les phénomènes d'oxydation induite paraissent jouer en biologie un rôle de première importance. Voici en quoi consistent ces phénomènes : il est bien connu que l'acide oxalique ne peut réduire dans l'obscurité une solution de chlorure mercurique, même à l'ébullition. Si au contraire on ajoute au mélange quelques gouttes de permanganate de potassium, celui-ci agit sur l'acide oxalique, et en même temps le chlorure mercureux commence à se séparer. En d'autres termes, la réaction qui se produit entre l'acide oxalique et le permanganate *induit* la réaction entre l'acide oxalique et le chlorure mercurique. De même, on induit l'oxydation de substances comme le sucre, l'amidon, l'alcool, etc., par l'oxygène de l'air à la température ordinaire en mélangeant à ces substances du sulfite de sodium, de l'hydroxyde ferreux, ou autres agents réducteurs : la lente oxydation de ces réducteurs déclanche en quelque sorte l'oxydation du sucre, de l'amidon, de l'alcool, etc. Non seulement ces oxydations induites sont très communes, mais les décompositions induites, les précipitations induites, etc. s'observent aussi fréquemment.

Le diabète est dû à une oxydation insuffisante du glucose et autres substances dans le corps humain. Cette

(1) *Revue Scientifique*, 10 octobre 1925, p. 662.

(2) N.-N. Mittra et N.-R. Dhar, *J. of physical chemistry*, 29 (1925), 376-394.

Digitized by Google

maladie est causée par manque des catalyseurs ou enzymes qui existent normalement dans l'organisme et accélèrent l'oxydation du glucose, etc. Il paraît raisonnable de supposer, d'après ce qui précède, que l'insuline, les extraits de levure, etc., employés pour combattre le diabète, apportent une compensation au manque de catalyseurs ou d'enzymes, et agissent par induction comme accélérateurs de l'oxydation du glucose par l'oxygène de l'air dans l'organisme du diabétique. Il se peut par exemple que des traces de fer soient présentes dans l'insuline, et autres corps conseillés pour le traitement du diabète et que ce fer existant sous un état très réactif soit en définitive la substance qui aide, probablement par réaction induite, l'oxydation du glucose par l'oxygène de l'air introduit dans le sang par l'acte respiratoire.

L. Brüninghaus.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

L'évolution des ponts en fer et en acier. — Ce n'est que dans le courant du XVIII[e] siècle que l'on a commencé à employer dans la construction des ponts la fonte et l'acier au lieu du bois et de la pierre. En 1778 pour la construction d'un pont sur la Severn, Wilkinson suggéra de la faire en fonte. Il consulta un architecte qui approuva son idée et exécuta les plans pour un pont à arche de 30 m. de portée. On construisit ce pont et le mit en service. On a depuis reconnu que le seul défaut de cette construction était non pas dans le dessin des arches mais bien dans l'insuffisance des massifs de fondation. Cependant ce pont résista toujours.

Se basant sur la construction de ce pont, on construisit une série de ponts en fonte; tous étaient du type en voûte, on employa la fonte de la même façon qu'on avait jusqu'alors employé la pierre. On commença à s'écarter de cette méthode quand, après des essais sur la résistance du fer, Telford construisit le pont suspendu de Menai, inaugurant ainsi une nouvelle phase dans la construction des ponts. On soumettait le fer employé à des efforts de tension au lieu de compression jusqu'alors et probablement pour la première fois dans l'histoire de la construction métallique, on soumettait chaque élément employé dans la charpente à un essai déterminé de résistance avant de le mettre en œuvre.

Au début de la construction des chemins de fer, on employait des poutres en fonte et parfois on ajoutait des tirants en fer pour consolider les parties travaillant à la tension. Dans le pont du High Level construit sur la Tyne, Stephenson combina la résistance de la fonte à la compression avec la résistance du fer à la traction en faisant supporter à des tirants en fer les efforts de traction de la voûte. En 1841, Stephenson devait construire pour la route un pont sur la Lea. Il suggéra d'employer une poutre peu élevée construite en tôles, et cornières, mais probablement à l'instigation de Fairbairn, ce pont fut exécuté en poutrelles de fer. Dans la même décade, Stephenson eut à résoudre le problème difficile du passage de la baie de Menai par le chemin de fer d'Holyhead. D'abord il proposa deux arches en fonte de 117 m. de portée mais l'amirauté rejeta le projet prétendant les ennuis considérables qu'il présenterait à la navigation. Il présenta alors le projet de pont tubulaire supporté en partie par des chaînes de suspension. Après de nombreux essais faits avec Fairbairn, il se décida finalement à employer la forme rectangulaire et construisit un pont qui aujourd'hui encore tranporte les trains les plus lourds et les plus rapides. Vers 1850 on adopta le fer forgé dans l'emploi dans la construction des ponts, mais il était destiné à être, moins de 20 ans après, remplacé entièrement. Il était intéressant de noter que les progrès dans la science de la résistance et de l'essai des matériaux ont largement contribué à donner la confiance nécessaire pour adopter un nouveau métal de cette importance. Cependant, on constata bientôt qu'il y avait une limite dans l'ouverture des ponts en fer et en acier avec poutres en treillis. On cherchait à augmenter la portée et à utiliser le métal aussi économiquement que possible. Le pont suspendu de Telford permit d'exécuter de plus grandes portées. Mais le succès ne fut cependant pas complet; la catastrophe du pont de la Tay, le 25 décembre 1879, rappela aux ingénieurs qu'il ne fallait pas courir de risques exagérés. Ici on constata que bien que le pont fût assez solide pour supporter les charges verticales, on n'avait pas attaché assez d'importance aux charges provenant du vent.

Le développement des poutres composées permit d'utiliser entièrement la résistance à la traction et à la compression du fer et de l'acier. On reconnut rapidement que l'on pouvait réaliser des économies de métal dans les fortes portées en employant de l'acier doux pour la construction des arches et que l'on pouvait obtenir une structure bien plus rigide qu'avec le pont suspendu. On avait étudié la théorie de la construction des arches et il devint possible d'étudier avec beaucoup de précision les tensions qui se produisaient dans les arches quand ils étaient chargés d'une certaine façon. En Angleterre, on n'a construit aucune arche de grande portée, mais par contre, en Amérique et sur le Continent, on en a construit un grand nombre.

A la suite de la catastrohpe du pont de la Tay, on abandonna les projets que Telford avait faits pour un pont sur le Firth of Forth et étudia un nouveau projet. Sir Benjamin Baker fut satisfait du dessin du nouveau type cantilever aujourd'hui si répandu. On avait proposé de construire un pont semblable sur le Saint-Laurent à Québec, il devait avoir une portée de 600 mètres, mais l'histoire de ce pont n'est qu'une série de désastres. Sir Baker, surmontant la difficulté de rendre stables les éléments de compression des grands cantilevers du pont du Forth, leur donna une section tubulaire, mais les ingénieurs américains, pour arriver à une forme plus économique, construisirent les grandes armatures en tôles et cornières reliées par des tirants. Le premier cantilever était terminé quand une armature céda et toute la construction comportant plusieurs milliers de tonnes d'acier fut précipitée dans le fleuve. On exécuta de nouveaux dessins, on fit des essais méticuleux et recommença la construction, on exécuta ainsi deux cantilevers. On avait monté la travée centrale sur des bateaux et l'amenait au milieu du fleuve pour l'élever en place à 50 m. de hauteur. Pendant la levée de la charpente de 5.500 tonnes, une pièce de fonte se brisa et la charpente tomba dans le fleuve. Plus tard, on arriva à mettre en place une nouvelle travée centrale.

Ainsi l'histoire du développement du pont métallique durant les 150 dernières années est l'histoire des perfec-

Digitized by Google

tionnements de la métallurgie, comme on n'en a pas vus dans l'histoire du monde, des perfectionnements dans la fabrication et l'essai des métaux et de la théorie de l'élasticité et de la résistance des métaux. (*Engineering*, 13-11-25.)

E. P.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Émile Forgue est élu, par 26 voix, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. Depage, décédé.

— MM. Émile Schwœrer et Pierre Weiss sont désignés pour représenter l'Académie au centième anniversaire de la Fondation de la Société industrielle de Mulhouse, le 5 juin 1926.

Congrès des Sociétés savantes. — Le 59e Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements s'est ouvert à Poitiers le mardi 6 avril, à 2 heures 1 /2, dans le grand Amphithéâtre de la nouvelle Faculté des Lettres, sous la présidence de M. Henry Omont, membre de l'Institut, président de la Section de Philologie et Histoire du Comité des Travaux historiques et scientifiques, Conservateur à la Bibliothèque nationale, Inspecteur général des Bibliothèques, assisté de M. Gaston de Bar, sous-directeur, chef du bureau des Sociétés savantes, Délégué du Ministre de l'Instruction publique. — Sections :

Philologie et Histoire :

Président de la Section : M. Henry Omont, membre de l'Institut.

Secrétaire : M. Cl. Brunel.

Archéologie :

Président de la Section : M. René Cagnat, secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

Secrétaire : M. J. Toutain.

Sciences économiques et sociales :

Président de la Section : M. Charles Lyon-Caen, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences morales et politiques.

Histoire moderne et Histoire contemporaine :

Président de la Section : M. A. Aulard, professeur honoraire à la Faculté des Lettres de Paris.

Secrétaire : M. Camille Bloch.

Sciences :

Président de la Section : M. Alfred Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Secrétaire : M. L. Joubin, membre de l'Institut.

Géographie :

Président de la Section : M. Emmanuel de Margerie.

Secrétaire : M. Ch. de la Roncière.

Le samedi 10 avril, M. Henry Omont, remplaçant le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, empêché, a présidé la séance générale qui clôt chaque année le Congrès, séance au cours de laquelle M. Cl. Brunel, professeur à l'École nationale des Chartes, a prononcé un discours qui constitue une remarquable étude sur les étapes de la formation de l'unité linguistique de la France, longtemps après la formation de son unité territoriale.

Association française pour l'Avancement des sciences. — L'A. F. A. S. tiendra son cinquantième Congrès à Lyon, au mois de juillet prochain. Ce Congrès sera présidé par M. A. Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle.

Le Comité Lyonnais chargé de l'organisation du Congrès est présidé par M. Hugounenq, Doyen honoraire de la Faculté de Médecine.

Désireux d'assurer l'union plus que jamais nécessaire et la collaboration efficace des hommes de laboratoire et des hommes d'action, les organisateurs du Congrès ont décidé de compléter les travaux scientifiques par une importante Exposition qui sera une synthèse et une mise au point de tous les progrès réalisés dans les multiples domaines de la technique.

Cette exposition se tiendra du 24 juillet au 1er août dans le Grand Palais de la Foire Internationale de Lyon. Les exposants y trouveront, outre les installations, la force motrice qui leur serait nécessaire.

Les exposants seront répartis en treize groupes :

A. — Mathématiques, Astronomie, Mécanique, Physique, Météorologie, Télégraphie, Téléphonie, T. S. F.

B. — Éclairage par l'électricité et les gaz rares, Lampes T. S. F.

C. — Production et distribution de l'électricité, Application du gaz et de l'électricité.

D. — Navigation aérienne, Génie civil.

E. — Navigation maritime et fluviale, Pêche maritime.

F. — Chimie.

G. — Agronomie.

H. — Géologie, Minéralogie, Botanique, Zoologie, Anthropologie, etc.

I. — Livres, Pédagogie, Enseignement, Psychologie expérimentale.

J. — Économie sociale, Statistique, Économie politique.

K. — Matériel médical et pharmaceutique, d'hygiène et de médecine publiques.

L. — Radiologie.

M. — Odontologie.

L'organisation de l'Exposition est confiée à un Comité composé des Présidents des Sections de l'Association et des personnalités qualifiées de l'industrie française. M. Pilon, président de Groupe à la Foire de Lyon, est commissaire général.

Les services du Comité fonctionnent au Bureau de la Foire internationale de Lyon, 1, rue Blanche, Paris, où les futurs participants se procureront tous les renseignements utiles.

Centres de lutte contre le cancer. — Le Dr Henri Lecat, ancien interne en chirurgie des hôpitaux de Paris, professeur de clinique chirurgicale à l'École de médecine de Nantes, chirurgien suppléant des hôpitaux, est nommé chirurgien de centre de lutte contre le cancer, de Nantes.

— M. Wackenthaler, président du comité directeur de l'Institut d'assurance sociale d'Alsace et de Lorraine, est nommé membre du Conseil d'administration du centre de lutte contre le cancer, de Strasbourg.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté de médecine.* — M. Tiffeneau, professeur de chimie (P. C. N.) à la Faculté des sciences de Paris, est nommé Professeur de pharmacologie à la Faculté de Médecine.

Faculté des sciences. — Soutenances de thèses. — Les thèses suivantes ont été soutenues pour le doctorat ès-sciences :

Le 16 avril, M. Réchou : « Recherches spectrographiques sur la série K des éléments lourds. »

Le 24 avril, M. Reitlinger (doctorat d'Université) : « Utilisation technique des recherches récentes sur la vapeur d'eau »

Muséum national d'Histoire naturelle. — Les conférences du dimanche auront lieu dans l'ordre suivant :

18 avril. — M. Paul Lemoine : Les volcans (Projections cinématographiques).

25 avril. — M. L. Bultingaire : Les richesses d'Art du Muséum. La Collection des vélins (Projections en couleurs).

Digitized by Google

2 mai. — M. P. Vignon : L'admirable architecture des Radiolaires (Projections).

9 mai. — M. Jacques Pellegrin : Une Mission zoologique au Maroc.

Ces conférences auront lieu à 15 heures, dans le grand Amphithéâtre du Muséum. L'entrée sera libre.

— *Cours d'Anatomie comparée.* — M. R. Anthony a commencé son Cours le lundi 12 avril, à 10 heures, et le continuera les vendredis et les lundis suivants à la même heure, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon.

Le cours est divisé en deux parties :

1re partie. — Anatomie comparée du cerveau : Le Néopallium, les noyaux gris centraux et les commissures du télencéphale dans la série des vertébrés.

2e partie. — Exposé des résultats des recherches récemment faites au Laboratoire sur l'Anatomie des cavités nasales des Mammifères (suite).

Le cours sera complété par des démonstrations au Laboratoire et aux Galeries ; les dates et heures seront annoncées à l'Amphithéâtre.

— *Cours de Botanique.* — M. Henri Lecomte, Membre de l'Institut, a commencé son Cours le mercredi 14 avril, à 10 heures et le continuera à la même heure les mercredis et les samedis de chaque semaine, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie.

Le cours comprendra :

1° L'évolution récente de la Géographie botanique ;

2° Étude des Dicotylédones apétales : Pipéracées, Salicacées, Juglandacées, Bétulacées, Fugacées, Urticacées, Santalacées, Loranthacées, Polyonacées, Chénopodiacées, etc.

La Galerie des Herbiers est ouverte tous les jours de 13 heures à 17 heures pour les botanistes qui désirent poursuivre des études spéciales.

Des herborisations à la campagne seront annoncées par des affiches ultérieures.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Quatre diplômes d'ingénieurs ont été décernés (année 1924-1925, 2e session) : deux dans la section de Métallurgie, deux dans la section de Mécanique.

— Ont été nommés conseillers techniques du Musée :

Section de photographie : M. Potonnie et Cromer.

Section de cinématographie : MM. Coissac et Grimoin-Samson.

Section d'économie sociale et de statistique : M. A. Quiquet.

Section d'horlogerie : MM. Leroy et Gelis.

Université de Besançon. — M. Magnin, doyen honoraire de la Faculté, vient de mourir à l'âge de 78 ans. Botaniste et géographe, il s'était vu décerner, il y a quelques années, la médaille d'or de la Société de Géographie de Paris.

L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 mars 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Appell.* — **Quelques formules relatives à la constante C d'Euler.**

— *Walter Saxer.* — **Sur les valeurs exceptionnelles des dérivées successives des fonctions méromorphes.**

— *J. Karamata* (prés. par M. Hadamard). — **Sur certaines limites rattachées aux intégrales de Stieltjes.**

— *Paul Lévy* (prés. par M. Hadamard). — **Remarques sur les procédés de sommation des séries divergentes.**

THÉORIES DES FONCTIONS. — *Leonida Tonelli* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégration des suites de fonctions sommables.**

MÉCANIQUE. — *Louis Roy* (prés. par M. L. Lecornu). — **La loi adiabatique dynamique relative aux lignes élastiques.**

AÉRODYNAMIQUE. — *Amans* (prés. par M. Rateau). — **Sur l'aérodynamique des moulins à vent.**

NAVIGATION. — *F.-E. Fournier.* — **Expressions générales de la résistance R, de l'eau à la translation des carènes, à toutes leurs vitesses possibles.**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *P.-L. Mercanton.* — **Aimantation de basaltes groenlandais.**

Il est aujourd'hui prouvé que la lave volcanique témoigne exactement et durablement de la direction du champ terrestre qui l'aimanta jadis, son étude systématique peut donc servir à l'histoire du magnétisme terrestre ; étude dont l'intérêt est d'autant plus grand que l'examen magnétique de la matière révèle un sens de l'inclinaison du champ ancien inverse de celui du champ actuel. L'auteur vient de constater une telle inversion dans des échantillons du Groenland, provenant d'une coulée tertiaire. Les quatre échantillons examinés ont manifesté une polarité très accusée, boréale pour leur surface supérieure, australe pour l'inférieure ; un des échantillons a été taillé en cube, celui-ci présenté dans 24 positions au système magnétométrique a donné pour chaque face des indications nettes et peu divergentes dont le résultat a été : inclinaison australe 53° pour le champ terrestre de la consolidation.

RADIOACTIVITÉ ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Brillouin.* — **La Lune est-elle radioactive ?**

Les hypothèses émises par l'auteur se résument ainsi : 1° La Lune est probablement radioactive ; 2° la radioactivité de la Lune exerce peut-être sur la haute atmosphère de la Terre une action sensible surtout par une variation rapide au lever et au coucher de la Lune.

MÉTÉOROLOGIE. — *E. Delcambre, P. Idrac et F. Geoffre* (prés. par M. Deslandres). — **Sur un nouvel enregistreur de température et de pression pour l'étude de la haute atmosphère.**

Cet enregistreur, dont le principe s'inspire de l'appareil Dines, employé à l'Observatoire de Kew, se compose d'un thermomètre bilame formé de deux lamelles métalliques de dilatation très différentes, entièrement soudées l'une à l'autre et enroulées en cylindre. Ce thermomètre, à la fois sensible et puissant, entraîne, sous l'influence des variations de température, une plaque enfumée. D'autre part un style est entraîné par une coquille barométrique Bourdon par l'intermédiaire d'un système de levier.

Cet appareil, d'une fabrication simple, est léger (55-60 gr.) et peut être enlevé par les ballons-pilotes sans modifier sensiblement leur vitesse d'ascension.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Jean-Jacques Trillat* (prés. par M. de Broglie). — **Recherches sur les phénomènes de lubrification au moyen de la spectrographie par les rayons X.**

L'auteur a recherché si, suivant l'hypothèse de Bragg, l'origine du graissage dépendait de la structure feuilletée que certaines substances peuvent acquérir par simple pression. Il a expérimenté des substances employées pratiquement comme agents de lubrification. Dans la plupart des produits essayés il a constaté l'apparition de spectres d'orientation, parfois très intenses, dont la présence prouve que la couche graisseuse s'est stratifiée par suite du frottement auquel elle avait été préalablement soumise. La chaleur seule ne détermine la formation de cette structure que très mal ou pas du tout, et se traduit par la disparition du spectre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Michel Samsoen* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur la cristallisation de la glycérine.**

La cristallisation de la glycérine est restée une question assez mystérieuse depuis sa découverte accidentelle par

Digitized by Google

Chevreul. L'auteur reprenant cette étude, a préparé de la glycérine pure, à l'abri de tout germe. Le nombre des centres de cristallisation a varié entre 2 et 15 ; il a été impossible de faire apparaître le moindre centre tant que la température de refroidissement prolongé n'a pas été inférieure à —40°. L'intervalle optimum de température est compris entre —50° et — 55°. Des traces de P^2O^5 augmentent le nombre des centres de cristallisation. La présence d'une quantité d'eau inférieure à 0,5 % a empêché la formation d'un centre. Le point de fusion des cristaux est égal à 18° 07.

— *John H. Shaxby* (prés. par M. Jean Perrin). — **Formules donnant la densité d'un fluide et le diamètre moléculaire.**

La densité d'un fluide est déterminée par un équilibre entre l'attraction moléculaire qui tend à une contraction plus grande et le mouvement thermique qui tend à une plus grande dispersion. L'auteur développe une théorie dans ce sens, au moyen d'équations.

CHIMIE. — *L. Hugounenq et J. Loiseleur* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur l'emploi du glycogène dans la préparation des métaux colloïdaux.**

Le glycogène permet d'obtenir à froid des oxydes colloïdaux de la plupart des métaux : Pt, Ro, Au, Ag, Hg, Bi, Fe, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Mg. Par ébullition, ils forment spontanément des oxydes métalliques de Au, Pt, Pd, Hg, Ag, Ro. Les colloïdes obtenus sont purifiés par dialyse, précipités et lavés à l'alcool, puis séchés dans le vide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Paul Sabatier et J:-F. Durand.* — **Essai d'hydrogénation catalytique de l'oxyde d'éthylène.**

L'oxyde d'éthylène, passant avec de l'hydrogène sur le nickel réduit ne s'hydrogène pas, mais se transforme, dès 125°-150°, en éthanol, dont une partie donne aussitôt des produits de condensation. Le nickel se comporte, jusqu'à un certain point, comme l'aluminium qui abaisse à 200° la température d'isomération de l'oxyde d'éthylène en éthanal.

— *Charles Prévost* (prés. par M. Moureu). — **Sur la déshydratation catalytique des vinylalcoylcarbinols.**

L'auteur, en collaboration avec M. Lespieau, avait obtenu l'érythrène par déshydration catalytique du méthylvinylcarbinol. Celle-ci obtenue vers 340° avec une alumine peu active, n'a jamais donné un rendement supérieur à 25 %. Cherchant à améliorer la méthode, il est parti de l'éthylvinylcarbinol qui devait le conduire à un carbure liquide, le pentadiène 1.3 qu'il a en effet obtenu. Les meilleures conditions semblent être : *a*, alumine préparée par l'action du gaz carbonique sur un aluminate ; *b*, température comprise entre 350° et 365° ; *c*, vitesse de 60g à l'heure. Le rendement en pentadiène 1.3 est de 60 à 70 %, si on a soin de renouveler souvent le catalyseur qui se fatigue assez vite.

— *Ch. Courtot et J. Bonnet* (prés. par M. Moureu). — **Contribution à l'étude du π de sulfonation.**

Le π de sulfonation dépend, pour certaines molécules, uniquement de l'eau formée au cours de la sulfonation et, dans ce cas, on peut sulfoner avec la quantité théorique de SO^3 ; mais pour d'autres méthodes, ce π dépendra et de l'eau formée et de SO^3 fixé labilement. Dans ce cas, la sulfonation intégrale avec SO^3 ne sera possible qu'en tenant compte du SO^3 fixé par le complexe d'addition ou en prolongeant le contact de façon à ce que SO^3 fixé labilement, se transforme en groupe sulfonique, par un changement de l'équilibre.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Henri George* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur la fabrication du verre de silice transparent.**

La fusion de la silice, en vue de la fabrication industrielle du verre, présente des difficultés énormes, par suite de la présence des bulles gazeuses incluses entre les grains. L'auteur est parvenu à obtenir un verre de silice transparent, dépourvu de bulles, en fondant des quartzites très pures dont la composition moyenne, résultant de plusieurs analyses, est de 99,9 % de SiO^2. L'absence de gaz occlus permet la fusion de blocs sans brisures ni fissures. Mais les quartzites possédant les qualités requises paraissent être tout à fait exceptionnels.

L. FRANCHET.

HYGIÈNE. — *D'Arsonval* et *F. Bordas.* — **Détermination du degré de souillure de l'atmosphère.**

Dans leurs recherches sur la pollution atmosphérique, les auteurs se sont servis de la Jauge d'Owen qu'ils ont modifiée afin d'éviter les erreurs dues au liège et aux joints en caoutchouc. Cet appareil a l'avantage de fonctionner comme collecteur de poussières et comme pluviomètre. L'eau recueillie dans un grand récipient en verre est analysée tous les mois.

Il résulte de ces expériences que les fumées de nos usines, comme celles de nos foyers domestiques, peuvent agir directement sur la santé publique et indirectement sous les formes les plus variées et les plus imprévues.

BOTANIQUE. — *R. Maire.* — **Sur la végétation du Sud-Ouest marocain.**

Au cours de missions qui lui ont été confiées par l'Institut scientifique chérifien, l'auteur a étudié la flore et la végétation du Sous, des Haha, du versant sud du Grand Atlas et des premières pentes de l'Anti-Atlas. Tout le pays étudié, sauf les montagnes élevées, appartient au secteur de l'Arganier. La flore du Sous est, dans son ensemble, nettement méditerranéenne, mais elle comprend un certain nombre de plantes tropicales, survivantes d'une flore ancienne, et quelques plantes sahariennes.

— *G. Mangenot* (prés. par L. Mangin). — **Sur l'existence d'un dispositif fonctionnel remarquable dans les orifices des cribles libériens.**

Dans le placenta des Floridées, comme dans le tube criblé des Dicotylédones, la sève élaborée circule par des plasmodermes et doit y traverser les deux membranes, séparées ou coalescentes, qui, dans chacun de ces derniers, limitent les protoplastes en contact. Le rôle de ces membranes, condensations locales du cytoplasma, dans la circulation de la sève, est évidemment essentiel ; leur existence et leurs modalités sont donc l'expression morphologique imprévue d'une importante fonction cellulaire.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *C. Rouppert* et *H. Jedrzejowski* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'action du rayonnement des corps radioactifs sur les perlules végétales.**

Les expériences ont porté sur des feuilles de *Piper Ficadalsura*, couvertes à leur face inférieure de nombreuses perlules unicellulaires, et sur de jeunes pousses de *Leca coccinea*. La conservation des perlules traitées par l'émanation est due à la présence de cations de potassium dans leurs protoplastes. Ce résultat semble confirmer l'idée de Nadson et Zolkevic : l'action antagoniste du potassium vis-à-vis de l'influence nocive d'émanation du radium sur les protoplastes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Hérissey.* — **Sur la recherche de l'aspéruloside dans les végétaux. Extraction de ce glucoside du *Galium Aparine* L.**

En utilisant comme moyen de recherche l'hydrolyse acide, l'auteur a mis en évidence l'aspéruloside chez un certain nombre de plantes de la famille des Rubiacées. Il a réussi à en obtenir une petite quantité (0 gr. 11) en opérant sur des plantules jeunes de *Galium Aparine*. Ce glucoside fond au bloc à 125-126°, exactement comme de l'aspéruloside extrait de l'aspérule odorante.

— *Theodor Lipmaa* (prés. par M. Guignard). — **Sur les propriétés physiques et chimiques de la rhodoxanthine.**

Digitized by Google

Les propriétés physiques et chimiques comparées de la rhodoxanthine et de la xanthophylle montrent nettement que l'opinion de l'isomérie de ces deux corps n'est pas fondée. Il est très probable que la rhodoxanthine, de même que la fucoxanthine, représente un produit carotinoïde plus oxydé que la xanthophylle.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* (prés. par M. Émile Roux). — **Un nouveau principe naturel des végétaux : l'acide allantoïque.**

Du légume vert du haricot, ont été isolés et identifiés par l'analyse, sous la forme de leurs combinaisons xanthylées : l'*allantoïne*, dont la présence n'était pas connue dans ce végétal et l'*acide allantoïque*, qui n'avait pas encore été signalé jusqu'ici chez un seul être vivant.

ENTOMOLOGIE. — *E. Roubaud* et *J. Colas-Belcour* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **La torpeur hivernale obligatoire et ses manifestations diverses chez nos Moustiques indigènes.**

En réalité le froid n'est que rarement l'agent d'une phase de repos forcé dans la vie des Moustiques ; non seulement son action n'est le plus souvent pas nécessaire pour engendrer la torpeur, mais il est au contraire l'agent obligatoire d'une reprise normale des énergies. La suspension d'activité qui survient en hiver chez ces insectes rentre presque toujours dans le cadre complexe de ces phénomènes d'inertie biologique spontanée (asthénobiose) nécessitant la réactivation par le froid (athermobiose).

PISCICULTURE. — *Gruvel* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le développement de la pisciculture truitière au Maroc.**

Un établissement de pisciculture a été établi sur les plans de l'auteur, à Azrou ; il contient une douzaine de bassins d'alevinage.

Il existe au Maroc deux espèces fort intéressantes pour la pisciculture : la truite commune, variété de la nôtre qui est excellente à tous points de vue, et une autre Salmonide, *Salmo Paltaryi*.

La campagne actuelle (1925-1926) se présente dans les meilleures conditions de réussite puisqu'il existe actuellement, à la station, en parfait état, près de 72.000 alevins.

MÉDECINE. — *J. Sabrazès* (prés. par M. H. Vincent). — **I. Coloration simple et rapide du Tréponème de la syphilis dans les frottis. II. Chromophilie comparée des Spirochètes.**

Le Tréponème de la syphilis, chromophobe à l'égard du bleu de méthylène, se laisse colorer, surtout à chaud, par la fuchsine phéniquée de Ziehl.

La chromophilie comparée des Spirochètes peut servir à leur diagnose. *Spirochæta ictero-hemorragiæ* est très faiblement colorable par les bleus ; il prend le Ziehl nettement à froid. *Sp. gallinarum* est très avide des bleus et du Ziehl ; de même *Sp. Duttoni* et les divers autres spécimens de *Spirochètes de la fièvre récurrente*. D'autres spirochètes sont également très chromophiles pour les bleus et pour le Ziehl.

P. GUÉRIN.

Séance du 7 avril 1926.

HYDRAULIQUE. — *C. Camichel, L. Escande* et *M. Ricaud.* — **Sur la viscosité et la turbulence.**

RAYONS POSITIFS. — *Max Morand* (trans. par M. A. Cotton). — **Sur les phénomènes lumineux observés dans un tube à rayons positifs de lithium.**

Dans la région la plus déviée de leur trajectoire, les rayons positifs sont absolument invisibles. Les taches qu'ils forment sur les parois du tube sont des taches de fluorescence, semblables à celles provoquées par les rayons cathodiques.

L'ensemble des rayons positifs neutralisés au voisinage de la pointe et animés d'une vitesse plus ou moins grande, forme, avec tous les autres déchets neutres, un faisceau non dévié qui est traversé sur une partie de leur parcours par les rayons positifs déviés, et légèrement illuminé par eux.

Lorsque l'anode est recouverte de sels de lithium, on observe l'émission continuelle de rayons positifs d'hydrogène, qui donnent, après déviation, une tache très nette sur le tube.

OPTIQUE. — *J. Cabannes et J. Granier* (trans. par M. A. Cotton). — **Dépolarisation de la lumière diffusée par quelques substances organiques.**

Les homologues du méthane à l'état gazeux, la dépolarisation limite varie très peu pour les carbures saturés à chaînes ouvertes, lorsqu'on passe du méthane à l'octane.

Pour le benzène à l'état de vapeur, on a obtenu 0,042 à 2 % près ; à l'état liquide, 0,420 à 1 % près, en lumière verte, jaune ou rouge.

Dans la vapeur de toluène, la dépolarisation passe de 0,042 à 0,060 lorsqu'on enlève le filtre de quinine.

Avec le théophène la quinine ne suffit plus : les radiations visibles (indigo et bleu) sont quatre fois plus actives que l'ultraviolet, et la fluorescence qu'elles produisent s'étend jusqu'au jaune ; évaluée en bougies, la fluorescence atteint 0, 15 de la diffusion latérale. Dans du cyclopenthène, la cuve de quinine n'a plus d'action sensible sur ρ ; la lumière excitatrice est bleue, et le spectre de fluorescence s'étend jusqu'au rouge. La fluorescence devient ici sept fois plus intense que la diffusion latérale.

POLARIMÉTRIE. — *G. Bruhat et M. Pauthenier* (trans. par M. A. Cotton). — **Appareil pour la détermination précise de l'orientation d'une vibration rectiligne dans l'ultraviolet.**

L'appareil imaginé par les auteurs réalise une méthode de pénombres correspondant au demi-angle de pénombres $\alpha - \alpha_0$. Cet angle est d'autant plus petit que l'étendue du faisceau lumineux est plus grande et la durée de pose plus longue. L'un des Glazebrooks qui constituent le polariseur et l'analyseur étant diaphragmé à 3 mm., les raies 436, 405, 365 et 313 mm. du mercure correspondent, avec des poses d'une minute, à un demi-angle des pénombres $\alpha - \alpha_0$ de l'ordre de 40'. L'azimut α_0 est ainsi déterminé à environ une demi-minute près, bien que l'étendue correspondante du faisceau (3 mm. et 18') soit deux fois plus petite que l'étendue la plus favorable pour l'observation visuelle.

L'appareil de MM. Bruhat et Pauthenier offre une grande analogie avec celui réalisé en même temps par M. Cotton, et utilisant également la méthode des pénombres.

PHYSIQUE DES RADIATIONS. — S. Schlivitch (trans. par M. Cotton). — **Sur les piles photovoltaïques à électrodes inaltérables.**

L'auteur a utilisé des électrodes de platine et des solutions électrolytiques. L'appareil consiste en un tube en U dans les branches verticales duquel sont soudés deux fils de platine de même diamètre, qu'on a préalablement bien nettoyés à l'acide azotique et à l'eau distillée. Les rayons lumineux d'une lampe à mercure en quartz (160 volts ; 2,5 ampères), située à 2 m. de la pile, traversent un système de lentilles de verre, de façon que l'électrode soit dans l'axe du faisceau lumineux qui converge sur elle. Enfin, on mesure les différences de potentiel avec un électromètre capillaire de Lippmann sensible à $\frac{1}{10000}$ de volt.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Courtot et C. Pomonis* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Étude dans la série du sulfure de diphénylène.**

Le seul dérivé aminé du sulfure de diphénylène décrit est le produit de condensation de la benzidine avec le soufre, dont la formule exacte n'est pas encore établie. Les auteurs ont préparé plusieurs dérivés aminés du sulfure de diphénylène par nitration puis réduction des groupes nitrés.

Digitized by Google

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Georges Claude.* — **Sur l'état actuel de la synthèse de l'ammoniaque aux fours à coke.**

Si l'on pouvait extraire l'hydrogène des gaz produits dans la fabrication du coke, on pourrait produire, en France, 1.000 tonnes d'ammoniaque par jour, c'est-à-dire quatre fois notre consommation totale d'azote de 1922. L'auteur s'est attaché à la résolution de ce problème d'autant plus intéressant que les fours à coke existent et qu'il n'y aurait, de ce côté, aucuns frais d'installation, et aussi aucuns frais de main-d'œuvre pour la production du gaz. Or, M. Claude a réussi à extraire cet hydrogène par les procédés de liquéfaction partielle antérieurement décrits. La technique est actuellement réalisée, à l'aide d'appareils traitant chacun jusqu'à 72.000 m³ de gaz de fours par jour dans les usines mises en route dans le courant de 1925 à Béthune, Aniche, Saint-Étienne, Decazeville en France, Ougrée en Belgique, La Felguera en Espagne, Hikoshima au Japon. Le rendement en hydrogène des appareils bien conduits dépasse 95 %.

L. FRANCHET.

MÉDECINE. — *J. Roger d'Ansan* (prés. par M. d'Arsonval). **Remarques relatives à l'application de la gymnastique oculaire du traitement de la myopie et de l'amblyopie.**

Il découle des expériences que l'auteur poursuit depuis treize années : qu'une régression brusque et persistante de l'acuité visuelle doit toujours être considérée comme le signe diagnostique d'une infection ; que la migraine due à un vice de réfraction disparaît avec l'amélioration de l'acuité visuelle ; que l'on enregistre invariablement une diminution de cette acuité durant la période cataméniale ; que les malades affligés de végétations adénoïdes ne voient pas leur acuité visuelle progresser ; que les crises albuminuriques provoquent une rechute chez les sujets guéris, rechute dont la durée est fort abrégée, si l'on reprend le traitement.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Turbines hydrauliques, par A. RATEAU, Membre de l'Institut, D. EYDOUX, Professeur à l'École des Ponts et chaussées et M. GARIEL, Directeur général des Ateliers Neyret-Beyller et Picart-Pictet. In-8° de 692 pages avec 178 figures. J. B. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Voici un ouvrage que l'on attendait : 25 millions de chevaux-hydrauliques ont été installés dans le monde dont 2 millions environ en France, à peine 4 % de la puissance totale utilisable ; il reste par conséquent beaucoup à faire et cette étude d'ensemble y aidera. On réalise maintenant des turbines dont la puissance dépasse 50.000 chevaux et qui utilisent, avec un excellent rendement à grande vitesse, des chutes de 1 à 2.000 mètres. L'état de cette technique va être exposé en trois volumes ; les deux derniers étudieront en détail les turbines et leurs accessoires avec quelques exemples de grandes installations hydro-électriques.

Celui qui vient de paraître traite des théories applicables aux turbos-machines ; il se subdivise lui-même en trois parties : 1° Hydrodynamique générale ; 2° Application immédiate des théories générales aux turbines hydrauliques ; 3° Conduites d'alimentation. C'est un livre écrit presque totalement par M. Eydoux qui a dirigé l'édification de puissantes usines hydrauliques. Nous retrouvons dans cet ouvrage les qualités de clarté et de concision qui sont vivement appréciées par ses élèves, notamment à l'École des Ponts et chaussées. Nos lecteurs se souviennent certainement d'ailleurs de la belle étude de M. Eydoux parue dans le n° spécial sur la Houille Blanche.

Nous ne pouvons examiner tous les points importants de ce livre.

Signalons, dans la première partie : les tracés graphiques ; la théorie des tourbillons de Helmholtz complétée par le passage des champs conservatifs d'énergie aux champs non conservatifs constitués par les roues des turbines ; l'exposé de l'écoulement avec des formules pratiques, enfin un exposé très clair de l'homogénéité et de la similitude.

Dans la seconde partie, nous trouvons, avant l'étude d'ensemble des turbines, des considérations nouvelles sur le rôle du vecteur tourbillon dans les échanges d'énergie et une explication inédite du théorème fondamendal énoncé en 1892 par M. A. Rateau.

Notons aussi, dans la dernière partie, l'étude du régime varié, particulièrement les remarques originales sur les coups de bélier rythmiques dus au pompage des régulateurs, l'étude des oscillations en masse, dits coups de ressort, des coups de bélier dans les cheminées d'équilibre et de ceux qui sont dus aux réservoirs d'air.

Cet ouvrage est tout à fait remarquable et nous le recommandons vivement à tous ceux qui, théoriquement ou pratiquement, s'intéressent à l'hydraulique.

Ed. M.

Les industries de fixation de l'azote, par M. GUICHARD, professeur à la Sorbonne. In-16 de 204 pages avec 21 figures. (*Collection Armand Colin.*) Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Si les Allemands ont pu prolonger la guerre pendant plus de deux ans, ils le doivent à leurs chimistes qui ont su organiser industriellement l'extraction de l'azote de l'air, en se basant du reste sur les principes posés antérieurement par M. Le Chatelier.

Mais l'industrie de l'azote n'est pas seulement une industrie de guerre, elle est aussi, et surtout, une industrie de paix, puisque l'agriculteur ne peut se passer d'engrais nitrés.

Le petit livre publié par M. Guichard présente donc, malgré sa concision, un grand intérêt. Dans ces deux cents pages l'auteur a su exposer la question dans son ensemble. Après avoir résumé l'histoire de l'azote, ses états naturels et ses caractères, il consacre cinq chapitres à son étude biologique, puis il décrit les procédés de fixation, la synthèse industrielle de l'ammoniac, la transformation de l'ammoniac en acide azotique. Un dernier chapitre traite les questions de l'azote au point de vue économique.

L. FT.

Dizionario di merceologia e di chimica applicata, par le Professeur VILLAVECCHIA, Directeur des Laboratoires des douanes italiennes, avec la collaboration de G. Fabris, G. Rossi, A. Bianchi et R. Belasio. *Quatrième édition.* Tomes II et III. In-8° de 805 et 838 pages sur 2 colonnes Ulrico Hœpli, éditeur Milano. — Prix : 35 lires chaque volume.

Digitized by Google

Les lecteurs de la *Revue Scientifique* qui à la suite de notre analyse du Tome I ont eu l'occasion de se documenter dans cet intéressant dictionnaire apprendront avec plaisir la publication des second et troisième volumes. Le Tome II contient des articles compris entre « Damiana » et « Mussena », le Tome III s'étend de « Naftalina » à « Sena »; il est donc vraisemblable qu'un seul volume terminera l'ensemble de l'ouvrage. Nous avons dit tout le bien que nous pensions de celui-ci; nous pouvons donc nous borner à rappeler qu'on y trouve des renseignements précis sur l'origine, la nature, la composition, les propriétés, les usages, les falsifications, la statistique commerciale, les dispositions légales et sanitaires etc... concernant toutes les matières premières et les produits des industries chimiques, alimentaires, agricole, pharmaceutique et textile, de la métallurgie, de la teinture, de la tannerie, de la parfumerie, etc... Les techniciens et industriels, exportateurs et importateurs, hygiénistes et parfumeurs, médecins et pharmaciens, fonctionnaires des douanes et des chemins de fer, voire même les parlementaires consulteront avec profit cet excellent dictionnaire dont il n'existe malheureusement pas l'équivalent en France.

A. Berthelot.

La préhistoire par les étoiles, par le Dr Marcel Baudouin. In-8° de 250 pages, avec 119 figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

Le Dr M. Beaudouin a condensé dans cet ouvrage toutes les théories que, depuis une quinzaine d'années, il a publiées dans divers périodiques. Si l'auteur s'aventure souvent trop loin dans le domaine des hypothèses, ce qui lui a valu d'être maintes fois, vigoureusement combattu, un fait est indéniable, et surabondamment prouvé depuis longtemps, c'est la très haute antiquité du rôle joué par les astres dans les magies de tous les peuples. Mais qu'elle place l'astronomie a-t-elle tenu exactement dans les vieilles religions préhistoriques ? Nous l'ignorons encore, mais nous devons tenir compte du louable effort qu'a fait le Dr Beaudouin en tentant de lever un coin du voile.

L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Rémy Perrier. — La Faune de France en tableaux synoptiques illustrés. Fasc. IV. Hémiptères, Anoploures, Mallophages, Lépidoptères. In-16 de 300 pages avec 838 dessins. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Donald W. Mac Ardle. — The use of solvents. In-8° de 217 pages. Chapman and Hall, 11 Henrietta street, Covent Garden, London W. C. 2. — Prix : 15 sh.

Edmond Rothé. — Le tremblement de Terre. In-16 de 250 pages (*Nouvelle collection scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

R. Deltheil. — Probabilités géométriques. Fasc. 2 du Tome II du Traité du calcul des probabilités et de ses applications, par E. Borel : *Les applications de la théorie des probabilités aux sciences mathématiques et aux sciences physiques*. In-8° de 123 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 26 fr. 40.

A. Engler. — Die natürlichen Pflanzenfamilien. 2e édition. Tome XIII rédigé sous la direction de R. Pilger. In-8° de 446 pages avec 240 figures, W. Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 28 marks-or.

J. Courtheroux et *A. Vauchelet.* — Le bon emploi des engrais. Ce que tout agriculteur doit savoir. In-16 de 63 pages. Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

J. Chaine. — Histoire de l'anatomie comparative. In-8° de 500 pages. Daguerre, éditeur, 19, rue de Berry, Bordeaux. — Prix : 24 francs.

Pierre Jean. — La psychologie organique. In-8° de 300 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Edmond Marcotte. — Les moteurs à explosion. In-16 de 210 pages avec 61 figures (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Ad. Toussaint. — Comment l'agriculteur peut aider ses ouvriers. In-16 de 48 pages. Librairie agricole de la Maison rustique, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 3 francs.

H. Babet Charton. — Bon lait, bon beurre. L'art de faire le beurre. In-16 de 82 pages. Librairie agricole de la Maison rustique, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

Annuaire de la Chambre syndicale des constructeurs automobiles. Éditions de la Chambre syndicale, 59, avenue Hoche, Paris. — Prix : 20 francs.

Yrjö Hirn. — Les jeux d'enfants. Traduit du suédois par T. Hammar. Avant-propos de Lucien Maury. In-16 de 243 pages (*Bibliothèque scandinave*). Stock, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

E. Winslow Gifford. — Californian anthropometry. In-8° de 167 pages avec 53 planches. University of California press, Berkeley, California. — Prix : 2 dollars 25.

Félix Colomer. — Manuel pratique du Radium. In-8° de 256 pages. Éditions d'actualité, 39, avenue de Saint-Mandé, Paris. — Prix : 3 francs.

G. Bruhat. — Cours de thermodynamique à l'usage de l'enseignement supérieur scientifique et technique. In-8° de 408 pages avec 159 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Dr E. Laplanche. — La médecine de demain. Science de la Vie. In-16 de 160 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Bertrand Russel. — Analyse de l'esprit. Trad. de l'anglais par M. Lefebvre. In-8° de 310 pages. (*Bibliothèque scientifique*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Charles Bally. — Le langage et la vie. In-8° de 240 pages. (*Bibliothèque scientifique*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Dr Maurice Dide. — Introduction à l'étude de la psychogénèse. Essai de Bio-psychologie évolutive. In-8° de 224 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

L. Poincaré. — Carburation et carburateurs. In-16 de 284 pages. (*Encyclopédie Léauté, 2e série*). Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 22 francs.

A. Tresse. — Éléments de géométrie analytique. In-16 de 200 pages (*Collection Armand Collin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

J. Deniker. — Les Races et les Peuples de la Terre. 2e édition. In-8° de 750 pages avec 340 figures et 2 cartes. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Maurice Gignoux. — Géologie stratigraphique. In-8° de 588 pages avec 124 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Nomenclature des Journaux et Revues en langue française paraissant dans le monde entier. Publié par l'Argus de la Presse, 37, rue Bergère, Paris.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Le Gérant : M. Hedan.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 9 — 64e ANNÉE — 8 MAI 1926

LE PROBLÈME DU CANCER

La possibilité de détruire les cellules cancéreuses et d'obtenir ainsi la disparition de tumeurs par l'emploi de radiations de courte longueur d'onde telles que les rayons X et les rayons Gamma du radium, est une des acquisitions les plus importantes que la thérapeutique chirurgicale ait faite dans ce dernier quart de siècle.

Les techniques d'application des radiations ont fait de grands progrès ces dernières années et elles s'appuient maintenant sur des principes assez bien établis pour qu'il soit devenu possible de fournir à ceux qui s'intéressent aux questions scientifiques les bases d'une explication rationnelle de ce nouveau mode de traitement. Mais, pour cela et pour bien comprendre l'intérêt d'application de ces méthodes il est bon de voir où en sont aujourd'hui nos connaissances en matière de cancer.

I

Le Cancer. — Ses Causes. — Sa production expérimentale.

Chaque année, le cancer tue, à Paris 3.000 personnes, en France 40.000, sur la surface du globe plus de 500.000. Ces chiffres que j'emprunte à une très remarquable monographie publiée par mon collègue et ami Gustave Roussy, montrent l'importance du grave problème posé par la mortalité du cancer. On peut même dire que cette importance s'accroît de jour en jour, car il semble malheureusement bien évident que depuis quelques années les cas de cancer deviennent de plus en plus nombreux, et d'autre part le cancer s'attaque maintenant à des individus de plus en plus jeunes, alors qu'autrefois il semblait réservé sinon à la vieillesse, tout au moins à l'âge mûr.

Le problème est devenu assez grave pour qu'il soit nécessaire d'envisager une lutte générale pour remédier à l'extension d'un tel fléau. Pour le plus grand bien de l'humanité, cette lutte s'est organisée en France grâce à la Ligue Franco-Anglo-Américaine, et ce grand exemple commence à être suivi dans les principaux pays.

***

Le cancer nous apparaît comme une prolifération celullaire maligne développée aux dépens d'une des cellules constituant normalement l'organisme. La tumeur ainsi constituée s'accroît par la multiplication constante des cellules dont elle est formée. Celles-ci douées de propriétés envahissantes en même temps que destructives font des métastases, c'est-à-dire des colonies qui, comme la tumeur primitive, récidivent après ablation et finissent par entraîner la cachexie et la mort du cancéreux.

Cette description nous permet de concevoir le cancer comme une sorte de champignon monstrueux à point de départ unicentrique qui pousserait sur un point quelconque de l'organisme où il serait schématiquement venu se greffer. Cette greffe, existe, et c'est la greffe cancéreuse qui jusqu'à ces dernières années, sous la forme de greffe cancéreuse animale, a été le principal moyen d'étudier expérimentalement le cancer.

C'est le Français Moreau, préparateur à la Faculté

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

de Médecine de Paris qui, en 1894, réalisa la première greffe de cancer chez la souris. C'est ultérieurement à Copenhague que fut surtout développée par Jensen cette méthode qui devait devenir si féconde.

Un petit peu d'une tumeur d'une souris inoculé à une autre souris, ou même simplement un peu de bouilie de cancer écrasé injecté sous la peau d'une autre souris et c'est le développement d'une autre tumeur reproduisant la tumeur primitive. A son tour, par de nouvelles greffes celle-ci peut se reproduire chez d'autres souris et ainsi, de souris en souris, on peut arriver à faire naître de la descendance de la tumeur primitive des néoplasmes dont

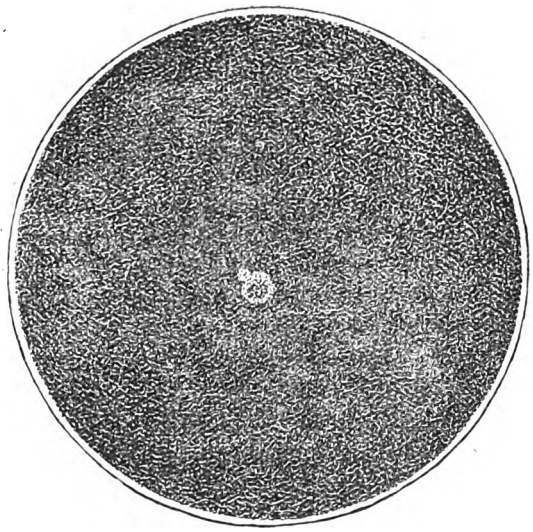


Fig. 154. — Vue à l'ultra-microscope perfectionné de la « sphérule » de sarcome de Pez.on Roux découverte par Gye et Barnard (d'après Gye et Barnard) (grossissant 3.700).

l'ensemble atteint un volume monstrueux, ceci sous réserve que chaque inoculation ou injection ait introduit dans le nouvel organisme des cellules de la tumeur, car dans ces greffes ce sont ces cellules tumorales elles-mêmes qui constituent la greffe cancéreuse, la graine de cancer.

Un terrible exemple vient d'être donné de la possibilité d'une telle greffe chez l'homme. Un jeune Interne des hôpitaux qui avait ponctionné une femme atteinte de néoplasme de la mamelle et qui s'était piqué la main avec l'aiguille qui avait servi à la ponction vient de voir se développer au siège de la piqûre une tumeur qui a nécessité la désarticulation du bras. Ce terrible exemple, en même temps qu'il montre que les règles de la greffe cancéreuse sont les mêmes chez l'homme que chez l'animal, montre combien nous avons eu raison de toujours insister sur l'utilité qu'il y a à employer l'asepsie la plus complète dans le maniement des produits cancéreux. Il est du reste vraisemblable que la transmission directe du cancer par greffe est heureusement rare dans l'espèce humaine.

Cette greffe qui se reproduit ainsi chez les animaux de la même espèce, et qui peut se faire d'homme à homme, nous la voyons se produire chez le malade lui-même atteint de cancer, soit spontanément, soit qu'au cours d'une opération un instrument ayant touché la tumeur cancéreuse, soit venu inoculer des parties saines où de nouvelles végétations néoplasiques viendront ultérieurement pousser, là, par exemple, où aura cheminé l'aiguille qui a passé les points de suture.

Cette notion de la greffe nous fait comprendre comment l'arrivée d'une cellule détachée de la tumeur peut faire pousser de nouvelles tumeurs chez l'individu déjà atteint de cancer. Elle nous permet de comprendre aussi comment le cancer est, à l'origine, une maladie locale, donc guérissable, car son histoire est de tous points semblable à celle de la tumeur de la souris à qui on vient de greffer localement une tumeur. Mais le point de départ du cancer chez l'homme n'est pas habituellement une greffe, qu'est-ce-donc?

Nos notions sur la production du cancer ont été récemment enrichies par la connaissance de trois catégories de faits importants.

Une de ces catégories concerne ce qu'on appelle le cancer des radiographes. Depuis la découverte des rayons X on sait avec quelle ardeur, avec quel dévouement, les radiologues se sont penchés sur la souffrance humaine et ont déployé leur zèle pour préciser les diagnostics et améliorer les traitements. Or, terrible rançon de la science, chez un nombre malheureusement trop grand de ceux qui constamment et professionnellement s'exposaient à l'action des rayons, des lésions cutanées des mains sont apparues qui, simples dermites au début, sont devenues chez beaucoup un véritable cancer entraînant des mutilations importantes et bien souvent la mort.

Les rayons X sont donc capables de produire du cancer. — D'une façon expérimentale chez l'animal notre regretté collègue Clunet a montré qu'il en était de même et, en soumettant d'une façon suivie un rat blanc à des doses considérables de rayons, il est arrivé à créer du cancer par cette véritable *irritation physique.*

Mais dans cet ordre d'idées du cancer produit par une *irritation*, l'irritation *chimique* semble avoir un pouvoir encore plus grand et en tous cas plus frappant que l'irritation *physique.*

Les Japonais Yamaghiva et Itchikawa ont montré qu'en frottant régulièrement la peau du dos d'une souris ou l'oreille d'un lapin, avec du *goudron*, on produisait d'abord un état rugueux de papillome

Digitized by Google

ou de verrue et au bout de quelques mois on aboutissait à un cancer producteur de métastases ; aujourd'hui, dans les laboratoires bien installés, on fabrique, si l'on peut dire, à volonté du cancer avec du goudron. On frotte pendant 30 jours, puis on s'arrête, les lésions d'irritation cessent à leur tour. Tout semble guérir, mais l'ennemi est dans la place, sournois et caché. Quelques mois plus tard, après une période de latence, on serait tenté de dire d'incubation, le cancer se déclare et après un certain stade local, envahit tout l'organisme.

Mais l'action d'autres agents irritatifs a pu être mise en évidence, et ainsi en est-il de l'*irritation parasitaire. Un grand savant, Fibiger*, a pu démontrer que les rats qui se nourrissent de blates — c'est-à-dire de cafards — parasitées par de petits vers spéciaux dits spiroptères, sont atteints dans de grandes proportions, de cancer de l'estomac. Quand les rats dévorent les blates, les larves de vers sont mises en liberté et vont se fixer sur la muqueuse de l'estomac du rat. Fibiger a fait toute une élève de blates infestées de spiroptères et les rats qu'il a nourris de ces blates ont eu toujours après un certain temps de latence, et alors que les vers, — cause première — avaient disparu, un cancer de l'estomac, cancer avec métastases, dans des proportions considérables.

Bullock et Curtiss ont pu également, en faisant ingérer à des rats des œufs d'un tænia spécial, le *Tænia crassicollis*, produire dans la moitié des cas et après un certain temps un sarcome du foie. Ces faits viennent à l'appui de la théorie parasitaire *soutenue avec tant d'éclat par Borel*, dont on peut dire qu'il a fondé en droit cette théorie si féconde. Mais il a semblé à certains que le rôle du parasite dans ces cas-là soit comme celui du goudron ou des rayons X, un simple rôle d'irritation ou de préparation. Ce même rôle d'irritation est produit chez l'homme par les lésions chroniques non cancéreuses, mais mal soignées, qui font le lit du cancer. En les soignant à temps on éviterait ce cancer.

De la série des faits précédents nous voyons qu'on peut produire au niveau d'un organisme jusque-là sain, une tumeur soit par une irritation locale, physique ou chimique, soit par l'arrivée de parasites, mais dans ce dernier cas, une fois la tumeur constituée, on ne trouve plus trace de parasite et cette invisibilité tend à faire croire que le parasite n'aurait joué qu'un rôle d'irritation banale. Toutefois nous devons nous souvenir que des recherches récentes ont montré que des protozoaires et des spirochètes de taille même considérable peuvent passer, au cours de leur évolution, par un stade absolument invisible.

Cette transformation d'un gros parasite en virus invisible, prévue et prédite en 1904 par Schaudinn qui a découvert le tréponème pâle, a été constatée en 1919 par Lignières qui a montré que l'Anaplasma, l'agent d'une maladie des bovidés d'Argentine, peut habiter le sang des chèvres et des moutons en y étant absolument invisible, mais présent. Il ne redevient visible que lorsque le sang est injecté de nouveau à des bœufs.

Enfin, l'étude du cancer des animaux a fourni des résultats plus intéressants encore. C'est ainsi que Peyton Rouss, à l'Institut Rockefeller, a découvert, en 1911 — et des recherches contemporaines

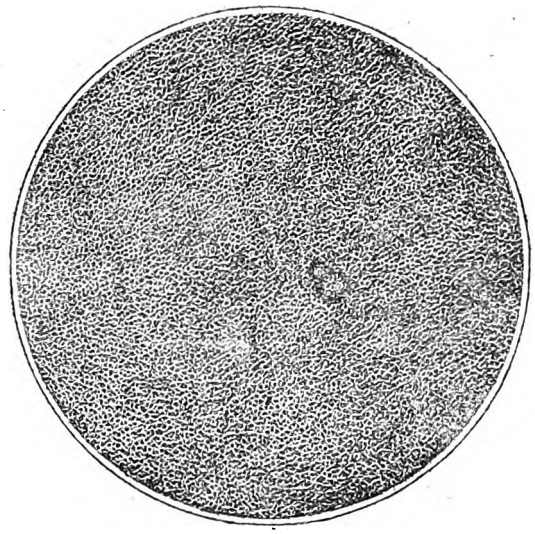


Fig. 155. — Photographie avec le microscope à rayons ultra-violets de la « sphérule » de sercome de Pezton Roux découverte par Gye et Barnard (d'après Gye et Barnard). Grossissement 4.000).

de Fujinami et Inamoto sont arrivées aux mêmes résultats au Japon — une tumeur de la poule considérée comme un sarcome et susceptible d'être reproduite en inoculation non plus par la tumeur elle-même, c'est-à-dire par la *greffe cellulaire*, mais par le *filtrat de la tumeur*. La différence capitale est que, dans les autres cas de greffe, on admet que c'est la cellule elle-même qui, transplantée, continue à pousser, à se diviser et à envahir le nouvel organisme, tandis que là, grâce à la filtration, aucun agent cellulaire ne passe plus. Ce qui passerait c'est ce que nous appelons un virus filtrant. Un virus cytotrope, suivant le mot très heureux de Philibert, serait l'agent même du cancer qui alors, par action sur les cellules de l'animal injecté, ferait éclore le cancer.

En fait, la poule injectée avec ce virus filtré fait une tumeur à métastases qui se généralise dans le foie, le poumon, le cœur, et entraîne rapidement la mort de l'animal. Cette question si intéressante

Digitized by Google

du sarcome dit infectieux de la poule vient de reprendre une importance extraordinaire du fait des remarquables recherches de MM. Gye et Barnard, deux éminents savants anglais.

Quand Peyton Rous avait établi la possibilité de reproduire le sarcome de la poule par injection du filtrat il avait bien considéré que l'agent devait être vraisemblablement un virus filtrant, mais aucune recherche n'avait pu jusqu'aux travaux de Gye permettre d'en préciser la nature.

Quelques auteurs tels que Roussy et Carrel étaient même d'avis que cet agent du sarcome de la poule n'était pas un agent figuré mais plutôt un corps chimique.

Fig 156. – Cancer des plantes. Crown gall de la betterave (Tumeur obtenue par piqure)

Depuis, les admirables travaux de Gye et Barnard ont projeté sur cette question une grande clarté, et il est vraisemblable que l'agent qu'ils ont décrit est l'agent du sarcome de la poule.

Tout d'abord MM. Gye et Barnard sont arrivés au moyen de photographies ultra-microscopiques à voir dans le virus filtrant de Peyton Rous de petites sphérules qui seraient l'ultra microbe de ce cancer, donnant ici une figuration objective au pressentiment théorique de Peyton Rous.

MM. Gye et Barnard sont arrivés à cultiver ce virus et cette culture primaire garde un pouvoir infectant pendant environ une semaine.

Gye est arrivé à cultiver ce liquide, recherche bien difficile car ici le caractère positif de la culture n'est décelé ni par l'apparence du liquide venant à se troubler, devenant louche, ni même par la présence de colonies, venant former des taches perceptibles, mais Gye s'est basé sur ce fait que cette culture liquide qui perd assez rapidement son pouvoir virulent par vieillissement, est capable, si elle est convenablement repiquée de 5 en 5 jours, de garder sa virulence et comme on arrive ainsi à avoir des tubes de culture qui ne sont inoculés que par la milliardième partie de la première culture et qui cependant ont une virulence au moins égale, on a de ce fait, une sorte de démonstration rationnelle de la virulence de la culture.

Il y a plus : des colonies trop petites pour être distinguées dans le tube peuvent, grâce à un très fort grossissement, être photographiées avec un microscope à rayons ultra-violets.

Il n'y a plus encore, si l'on prend le liquide de la culture dans un état de pureté absolue, de manière à ce qu'aucune poussière ne puisse causer une erreur d'interprétation et qu'on le vienne poser sous l'ultra-microscope perfectionné de Barnard, on voit alors un spectacle du plus haut intérêt : il est produit par l'agitation sur un mode presque brownien, de petites sphérules se déplaçant constamment et qui sont susceptibles de se reproduire par la production de sphérules infiniment petites apparaissant à la périphérie des premières et leur restant attachés pendant un certain temps par un très fin prolongement, puis finissant par grossir, se détacher et vivre de leur propre vie. Il semble bien qu'on assiste là à une des formes les plus rudimentaires et les plus élémentaires de la vie d'un ordre de grandeur et vraisemblablement de différenciation bien inférieure à celle des microbes. Ce seraient des ultra-microbes, sorte de sphérocosmes, si on peut dire, auxquels ressortiraient un certain nombre de virus cytotropes jusqu'ici non individualisés.

Le perfectionnement microscopique réalisé par Barnard et qui a permis la visibilité excellente de ces sphérules infiniment petites comprend deux points disctincts.

Barnard a d'abord fait une amélioration considérable de l'ultra-microcospe. Il a pu en effet le rendre infiniment plus lumineux : 1° en employant un type spécial de lampe à mercure (de chez Kelvin, Bottonley et Baird) dont il utilise exclusivement une lumière monochromotique verte ; 2° en employant comme condensateur un dispositif spécial de lentille taillé en objectif grand angulaire, ce qui lui permet d'utiliser une très large surface lumineuse sans avoir besoin de diaphragmer, les rayons étant presque horizontaux ; 3° grâce à ces dispositions il peut avoir dans la partie microscopique proprement dite une grande ouverture d'objectif et par conséquent une luminosité parfaite.

Le résultat est que grâce à cet examen ultra-microscopique en lumière verte très puissante la vision est beaucoup plus distincte et le pouvoir

Digitized by Google

séparateur beaucoup plus grand que dans l'ultra microscopique ordinaire, on arrive à voir ainsi des détails d'une ténuité vraiment surprenante comme le filament qui réunit la sphérule secondaire à la sphérule primaire (fig. 154).

Mais cet ultra-microscope, si perfectionné qu'il soit, n'est qu'un ultra-microscope et ne permet par conséquent que de voir le contour des objets par diffraction et non de les analyser par transparence. Pour combler cette lacune on ne pourrait dans l'étude des sphérules recourir à l'étude du microscope ordinaire, quel que soit le grossissement employé, car le pouvoir séparateur est, dans le cas du microscope ordinaire, lié à la longueur d'onde des rayons lumineux et celle-ci est d'un ordre de grandeur qui se rapproche trop des dimensions des sphérules pour pouvoir en donner l'image. M. Barnard a donc recours au microscope à rayons ultra-violets qui permet évidemment, grâce à la courte longueur d'onde de ces rayons d'obtenir un pouvoir séparateur sensiblement plus grand. M. Barnard opère en lumière monochromatique ultra-violette. Il a, dans ce but, modifié le microscope classique à rayons ultra-violets. On sait que dans celui-ci l'examen se fait uniquement par photographie au travers d'un objectif de quartz.

Ce qui fait de l'instrument de M. Barnard un appareil de recherche tout à fait remarquable, est le point suivant : on sait que dans l'appareil à rayons ultra-violets la mise au point est assez délicate et nécessite un certain nombre de tâtonnements photographiques. Or comme grâce à son ultra-microscope à rayons verts Barnard est susceptible d'avoir une visibilité aussi grande qu'avec l'ultra-violet il met au point avec l'appareil ultramicroscopique à lumière verte marchant sur la lampe à mercure, et le maniement d'un simple jeu de prismes permet alors de passer directement à la photographie microscopique cette fois par rayons ultra-violets (fig. 155). Un dispositif d'engrenages très précis permet, en se reportant à une table établie empiriquement, de faire les corrections nécessaires.

Ainsi l'agent flottant dans le liquide de Peyton Rous, dont l'inoculation produit le sarcome de la poule, serait un agent figuré contrôlable par l'examen microscopique et cultivable sur des milieux appropriés.

Il semble que pendant la période d'activité de la culture la reproduction de la tumeur par simple inoculation se réalise grâce à ce que celle-ci introduit en même temps deux substances qui seraient, l'une l'élément vivant, c'est-à-dire l'ultra microbe, et l'autre, une substance chimique qui favorise, si l'on peut dire, la prise du microbe.

Des recherches délicates ont permis de dissocier ces deux éléments et chacun d'eux pris isolément est incapable de produire la tumeur, alors qu'ajoutés l'un à l'autre ils la produisent sûrement.

Ces recherches de Gye et Barnard en permettant de se rendre compte objectivement de ce qu'est le virus filtrant de Peyton Rous et en analysant d'une façon plus précise le mécanisme de son action, ont fait faire un pas immense au problème du Cancer, tout au moins dans l'esprit de ceux qui croient à l'origine parasitaire du cancer en général, sans limiter cette origine au sarcome infectieux des oiseaux.

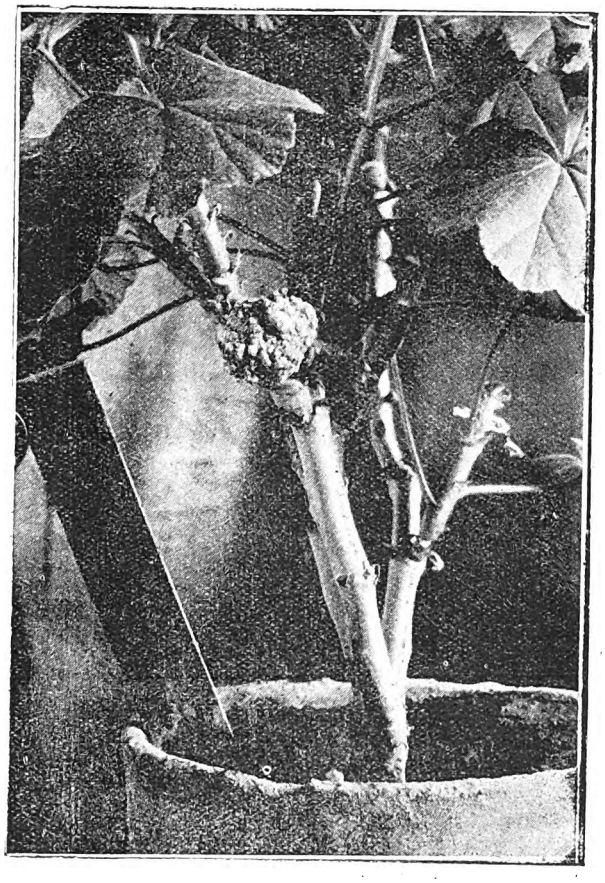


Fig. 157. — Cancer des plantes (Tumeur obtenue par piqûre sur un géranium).

Avant d'administrer la preuve de l'origine parasitaire du cancer en général, il est nécessaire d'arriver à lever les objections qui ont été faites à cette origine microbienne, basée surtout sur la non visibilité du microbe, ou sur l'impossibilité du microbe à produire une prolifération cellulaire ou enfin sur la nécessité de la présence d'une même cellule dans les différentes métastases.

Sans entrer dans le détail de ces cas, qui nous entraînerait trop loin, je veux seulement citer la lumineuse démonstration qu'a faite en Amérique Erwin Smith pour le cancer des plantes.

Digitized by Google

Il existe un cancer des plantes, particulièrement visible sur les betteraves (fig. 156), les géraniums (fig. 157) et qui consiste en une tumeur volumineuse susceptible de généralisation et produite par une prolifération cellulaire considérable avec nombreuses divisions cellulaires, absolument comparables au cancer des animaux, et au niveau desquelles on ne peut mettre de microbe en évidence. Mais grâce à d'infinies précautions Erwin Smith est arrivé, en partant des tumeurs, à cultiver un microbe en bâtonnet, le *Bacterium tumefaciens* (fig. 158), dont la culture injectée à des plantes reproduit régulièrement la tumeur, mais dans la tumeur ainsi produite, il passe à nouveau à l'état invisible.

Il semble, du reste, que dans la culture il y ait une période d'activité maximum, ce qui va bien avec les idées de Gye et Barnard.

Les travaux d'Erwin Smith montrent en somme :

1° Que la prolifération cellulaire qui produit le cancer de la plante est produit par un agent microbien, mais que cet agent microbien est pratiquement invisible, au moins jusqu'à ce jour, sur les différentes préparations de cancer des plantes, alors qu'en réalité il y existe ;

2° Ils établissent que l'inoculation microbienne produit directement la prolifération cellulaire ;

3° Enfin, que suivant que les cellules d'un type ou d'un autre ont été inoculées par le *Bacterium tumefaciens*, la tumeur prend le type de la cellule atteinte et garde ce type dans les métastases de la tumeur.

Lorsque, enfin, c'est un point de développement qui a été atteint, la tumeur est une tumeur à tissu complexe.

Ces faits, bien établis par Erwin Smith, et que Magrou a bien fait connaître en France et répétés en particulier dans le service de Gosset, prouvent que les trois objections faites à la possibilité d'une origine microbienne du cancer, sont sans fondement, sans qu'on ne puisse, toutefois, de ce fait seul, établir cette origine microbienne.

En somme, nous voyons d'un côté la possibilité de réaliser du néoplasme par l'action irritative prolongée des rayons X, par le frottis de goudron, par certaines irritations parasitaires, et d'un autre côté nous voyons la possibilité de créer chez la poule une tumeur maligne par inoculation de la culture d'un agent microbien, pour peu qu'il y ait en même temps une certaine substance chimique qui doit jouer le rôle de mordant. Comment tirer de ces faits, en apparence disparates, une hypothèse sur l'origine du cancer assez générale pour qu'elle puisse orienter nos recherches et assez expérimentale pour qu'elle nous guide au cours de nos applications thérapeutiques?

Il est incontestable que les travaux de Gye et Barnard ont redonné une force considérable à la théorie parasitaire. Déjà, nous l'avons dit, les travaux d'Erwin Smith sur le Cancer des plantes avaient permis de faire justice des objections de ceux qui ne veulent pas voir dans l'irritation microbienne un facteur suffisant pour expliquer la multiplication désordonnée des cellules. La démonstration d'Erwin Smith a montré que le type de la cellule parasitée entraîne le type histologique de la tumeur.

S'il était permis de transporter ces démonstrations telles quelles de la plante aux animaux ou à l'homme, on comprendrait qu'un même agent pénétrant dans une cellule de revêtement donnât un épithélioma du même type que la nature de cet épithélium de revêtement

Mais si nous n'avons pas encore le droit de transporter des conclusions d'un chapitre à l'autre de la

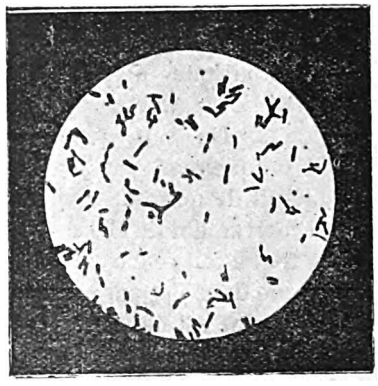


Fig. 158. *Bacterium tumefaciens*. Microphotographie des microbes de la culture avec laquelle ont été produites les tumeurs de la betterave et du géranium reproduites plus haut.

biologie générale, nous pouvons admettre toutefois que les expériences sur les végétaux sont suffisantes pour lever les objections qu'*a priori* on se faisait sur le rôle des agents figurés dans la production des néoplasmes.

Dans son remarquable travail sur les virus cytotropes Philibert a bien étudié la façon dont par leur pénétration dans la cellule « ils déclanchent le processus de la segmentation karyokinétique ». Le cancer nous apparaîtrait alors comme lié à la pénétration d'un agent figuré au niveau d'une cellule, laquelle sous l'influence de l'irritation du noyau et vraisemblablement par simple processus de défense, se multiplierait. Chose curieuse, ce n'est pas tant l'action directe de l'agent figuré qui ferait la maladie, mais la réaction de la cellule vivante à son contact.

Ce fait, en même temps, nous expliquerait com-

Digitized by Google

ment une fois l'agent figuré enfermé dans la cellule il devient à peu près impossible de le toucher par un agent médicamenteux.

Il semble bien que pour qu'un tel agent puisse pénétrer dans la cellule, il faut des conditions particulières comme, toutes choses égales d'ailleurs, il faut des conditions particulières pour que le ver puisse pénétrer dans le fruit.

Il est vraisemblable, en effet, que la cellule vivante, à l'état de santé parfaite, doive opposer un obstacle presque insurmontable à la pénétration d'un agent figuré ; mais que cet état soit altéré, et il est raisonnable de penser qu'il en est alors tout autrement. La peau saine ne laisse pas pénétrer les microbes ; au contraire, un traumatisme quelconque permet à la tranche de section de la peau lésée de trouver immédiatement à son contact les agents susceptibles de créer une infection microbienne.

Il est vraisemblable qu'un micro-traumatisme cellulaire résultant d'une irritation chronique, d'une irritation pathologique d'un caractère indéterminé, puisse produire la même action pour la cellule.

Nous avons vu le rôle des rayons X, nous avons vu le rôle du goudron. Il est vraisemblable que les rayons X agissent à la longue en modifiant par un arrachement électronique continuel la nature des composants chimiques de la cellule dont un certain nombre passe à l'état d'isotopes. Le goudron doit à la fois produire des phénomènes d'irritation et des modifications de l'état d'équilibre. Les parasites, enfin, doivent agir par irritation et multiplication cellulaire créant des cellules plus fragiles.

Cet état de préparation cellulaire qui permet à un agent figuré vraisemblablement très répandu (car il doit y avoir un monde des ultra-microbes comme il y en a un des microbes), de pénétrer dans la cellule peut être instantanément réalisé, sans doute par une matière chimique appropriée, si celle-ci introduite en même temps que le microbe peut en quelque sorte mordancer un certain type de cellules et permettre l'absorption des virus cytotropes par celles-ci, comme Vallée et Carré ont montré que se faisait l'absorption des virus cytotropes par les bactéries. Ce serait là le rôle proprement dit de la matière chimique isolée par Gye et Barnard et qui, mêlée à la culture pure de la sphérule, produit à coup sûr le sarcome de la poule.

C'est-à-dire que la conception de Gye et Barnard permettrait d'avoir une conception générale de la production du cancer qui, au lieu de rester une monstruosité pathologique, suivrait les lois déjà établies pour d'autres maladies, ce qui nous permettrait d'en mieux comprendre le mécanisme et vraisemblablement d'en améliorer le traitement.

On pourrait enfin en tirer une dernière conséquence et qui est d'importance : Dans le phénomène de la greffe cancéreuse on est arrivé à cette croyance qu'un greffon cancéreux transplanté vit dans une immense proportion des cas et continue à vivre transplanté sur un autre individu. Or tout ce que nous savons des greffes nous montre qu'en général, en dehors des greffes cancéreuses, ce n'est pas ce qui se passe pour les greffons. Ceux-ci servent en général d'organisation pour l'édification d'un tissu analogue au tissu de la greffe, mais sont eux-mêmes réhabités par les cellules de l'organisme où ils sont transplantés et, contrairement à ce qu'on a cru au début, ce n'est pas la greffe qui subsiste, mais ce qui s'est construit à sa place.

Il est permis de se demander si, maintenant que nous savons le rôle considérable de la substance presque spécifique qui doit être introduite en même temps que l'agent figuré pour produire le cancer, nous ne pourrions admettre que c'est surtout à ce titre que la greffe cellulaire reproduit le cancer et s'il n'est pas vraisembable que cette greffe fournissant à la fois l'agent et la substance d'imprégnation ne soit pas destinée à être réhabitée par les cellules analogues de l'organisme récepteur qui viennent alors s'y faire inoculer par l'agent figuré mis en liberté. Le greffon cancéreux produirait alors du cancer, comme la greffe ostéopériostique produit de l'os, non par le greffon lui-même mais aux dépens de l'organisme sur lequel elle est transplantée.

Une telle conception qui aujourd'hui, il faut bien le dire, n'est qu'hypothétique, aurait toutefois l'avantage de nous expliquer certains phénomènes obscurs de la question des greffes, en particulier leur stade de régression première avant leur hypertrophie définitive, et en même temps de nous permettre de comprendre l'action des généralisations massives que peuvent parfois produire des traitements mal appliqués en matière de néoplasme.

Quoi qu'il en soit, si nous sommes arrêtés en ce point précis, à savoir la connaissance intégrale de l'agent qui serait susceptible par une action intra-cellulaire de communiquer à la cellule une activité proliféatrice exagérée, nous savons toutefois qu'une série d'agents : goudron, rayons X, nématodes, sont susceptibles, ou de préparer le terrain pour la pénétration d'un agent invisible, ou de modifier localement et d'une façon suffisante les conditions biologiques des cellules pour qu'elles puissent alors puiser en elles-mêmes une activité suffisante pour proliférer et se développer indéfiniment.

Au point de vue de l'hygiène professionnelle,

Digitized by Google

nous devons retenir que dans les métiers qui emploient des huiles de goudron, certaines précautions peuvent être à prendre pour mettre les ouvriers à l'abri du cancer; que les radiologues doivent se protéger d'une façon rigoureuse contre l'action des rayons X et des rayons du Radium, et que d'autre part la lutte contre les infections parasitaires doit être organisée sans relâche, de même que toutes les muqueuses ou les parties de revêtement cutané atteintes d'inflammations chroniques doivent être soigneusement traitées et au besoin extirpées.

Toutes les causes de cancer que nous venons d'étudier mettent en évidence le rôle de l'irritation locale. Local est le frottis du goudron, locale l'attaque des vers spiroptériens sur la muqueuse de l'estomac du rat, locale l'action des rayons X sur les mains des radiographes.

Il faut bien se mettre dans l'idée que le cancer est, au début, une maladie locale, et que si l'on peut l'extirper ou le détruire par les radiations avant que ses cellules n'aient colonisé, c'est la guérison. Il n'est pas de diathèse cancéreuse, il n'y a que le point de départ d'un mal qui, en l'absence d'un traitement approprié, devient fatalement envahissant.

(A suivre)

Dr R. PROUST,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
Chirurgien des hôpitaux,
Chef du service de Curiethérapie de l'hôpital Tenon.

LES ONDES COURTES (1)

(Fin)

B. Ondes de l'ordre du mètre.

La propriété fondamentale des ondes de l'ordre du mètre, lorsqu'on les considère au point de vue transmission c'est de pouvoir être envoyées aisément à l'aide de miroirs ou de projecteurs dans une direction donnée. Nous allons examiner d'abord comment se présente cette question de direction pour ces ondes, nous ferons ensuite un court historique des travaux faits en France et à l'étranger sur des ondes de cet ordre de grandeur, historique qui nous amènera à parler des expériences les plus importantes faites sur la réflexion des ondes même quand la longueur de ces ondes était notablement supérieure à quelques mètres.

L'onde électro-magnétique étant par sa nature identique à l'onde lumineuse, il semblait indiqué, par analogie avec la signalisation optique, de chercher à diriger le faisceau hertzien vers le correspondant du poste émetteur, de façon à réduire au minimum le gaspillage d'énergie qui correspond au rayonnement ordinaire dans toutes les directions. Mais pour constituer un miroir convenable, la théorie montre qu'il faut lui donner des dimensions de l'ordre de l'onde à réfléchir. Tant que cette onde avait une longueur nettement supérieure à 100 m. il était inutile de chercher à constituer de tels miroirs, pratiquement irréalisables ou très difficiles à mettre en œuvre. Au contraire, avec des ondes de l'ordre du mètre, le problème semblait possible et l'on a constitué deux catégories principales de surfaces aptes à réfléchir l'onde électromagnétique. Ce sont ou bien des miroirs paraboliques, constitués soit par de la toile métallique disposée sur la surface d'un cylindre parabolique dont l'antenne

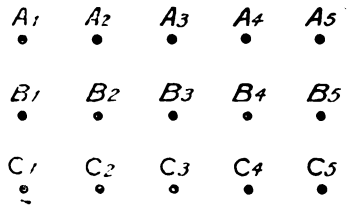


FIG. 159. — Schéma d'antennes placées en alignements multiples et alimentées par le même générateur. (Essais de M. Chireix à Ste-Assise.)

émettrice constitue en général l'axe focal, soit par des fils également espacés et disposés suivant les génératrices de ce même cylindre, ou bien ce sont des surfaces planes qui pour des ondes très courtes, peuvent, elles aussi, consister en une carré de toile métallique de dimensions convenables, soit être formées par une combinaison d'antennes verticales alimentées par un même générateur. Ces combinaisons d'antennes verticales, disposées dans plusieurs plans parallèles, ont été étudiées notamment par Marconi.

Nous donnerons quelques détails sur ces divers réflecteurs en faisant l'historique sommaire des travaux effectués sur les ondes de l'ordre du mètre, mais nous pouvons indiquer dès à présent qu'il semble résulter de toutes les recherches faites que la directivité des ondes de l'ordre du mètre est très nette à faible distance, cette distance atteignant 100 kilomètres et même davantage. Par contre aux distances très considérables il ne semble pas évident que l'effet directif se conserve ni même que l'économie d'énergie résultant de l'emploi d'un projecteur au départ, se traduise par des résultats meilleurs que si l'on avait laissé rayonner librement l'onde à l'origine dans toutes les directions.

Le premier technicien qui réalisa des ondes de l'ordre du mètre fut Hertz lui-même qui, pour démontrer l'identité des ondes électromagnétiques et lumineuses, réussit à réfléchir et à réfracter des

(1) Voir les nos des 10 et 24 avril 1926.

Digitized by Google

ondes dont la longueur était de l'ordre de 5 m. 30. Il descendit plus tard à 0 m. 66. Ces ondes étaient produites, comme tout le monde sait, par une bobine d'induction qui chargeait un condensateur formé de deux sphères, lesquelles se déchargeaient à travers un éclateur de dimensions convenables. Vers la même époque Righi réalisa des ondes de 25 mm. et Lebedew descendait au-dessous de 6 mm.

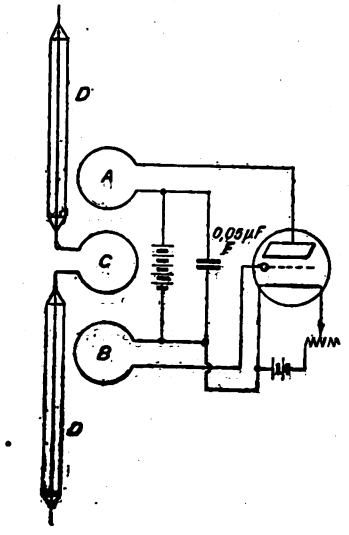


FIG. 160. — Dispositif de Dunmore et Engel pour l'étude d'un faisceau dirigé à l'aide d'un miroir parabolique. Le tube d'émission est d'une puissance de 50 watts. A et B ont 17 % de diamètre. Le prisme de l'antenne est composé de 6 fils de 1 m. 80. Le miroir était un cylindre parabolique composé de fils verticaux distants de 30 cm. et ayant une longueur d'onde ou une longueur d'onde et demie d'ouverture.

Dès 1896 Marconi fit des essais pour diriger des ondes courtes amorties, mais les idées qui présidèrent au développement de la télégraphie sans fil qui date de cette époque l'orientèrent très rapidement vers les ondes longues. Il ne devait reprendre ces essais sur ondes courtes qu'en 1916.

C'est Marconi qui, assisté de Franklin, semble avoir fait, vers cette époque, les essais les plus prolongés et les plus méthodiques sur les émissions des ondes dirigées de longueur égale à quelques mètres.

En 1916 Marconi et Franklin (1) firent, en Italie, des essais d'émissions dirigées en employant des ondes amorties de 3 et 4 m. de longueur. Le réflecteur au lieu d'être une plaque métallique, comme lors des essais de 1896, était un écran parabolique formé de fils en nombre assez restreint, disposé suivant les génératrices d'un cylindre dont l'antenne représentait la droite focale. Ces fils étaient accordés sur la longueur d'onde du poste. Ces essais furent repris en 1917, à Carnarvon, avec un poste à lampes ; on obtint une portée de vingt milles avec une onde de 3 m.

En 1919 avec un dispositif directif analogue mais une onde beaucoup plus longue (75 m.), M. Franklin a réalisé une portée de 78 milles en téléphonie. On put constater sur ces faibles distances que l'énergie à la réception, en émettant avec réflecteur à chaque extrémité, atteignait 200 fois l'énergie reçue sans réflecteurs.

M. Marconi a continué en 1923 ses essais en émettant depuis Poldhu et en recevant sur son yacht Élettra. La puissance de Poldhu a varié pendant ces essais de 1 kilowatt jusqu'à 12, le yacht se déplaçait d'après un itinéraire qui l'a conduit successivement en Espagne, au Maroc, aux Açores et aux Iles du Cap-Vert. L'onde n'était plus une onde de l'ordre du mètre, elle atteignait plus de 100 m. et était émise tantôt sans réflecteur, tantôt avec un réflecteur. Bien que l'utilité du réflecteur à grande distance ne semble pas démontrée par les résultats que M. Marconi a signalés dans une communication faite à Londres en juillet 1924, des dispositifs à réflecteur continuent à être essayés par M. Franklin et par lui-même. Un dispositif récemment essayé se compose d'une série d'antennes verticales disposées dans un même plan et alimentées par un générateur, de façon que les courants d'antennes soient en phase. Derrière cette

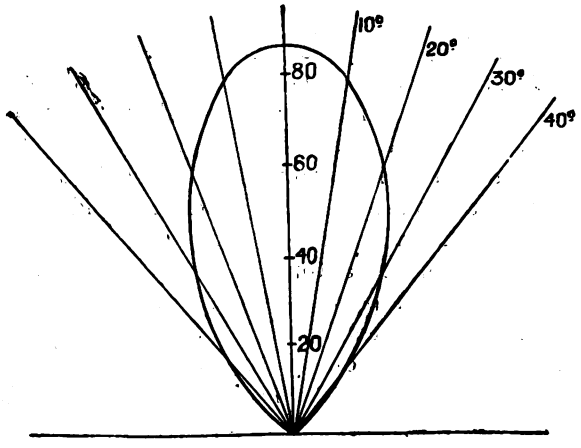


FIG. 161.—Diagramme donnant l'intensité de la réception dans les expériences de Dunmore et Engel. Les angles marqués sont ceux que faisait l'axe du miroir parabolique avec la droite joignant l'émetteur au récepteur.

rangée d'antennes est placée une deuxième série de fils verticaux non alimentés par le générateur et qui semblent réfléchir simplement les ondes émises par la série d'antennes proprement dites. Ce dispositif donne des extinctions dans diverses directions et un effet maximum très net dans une

***

(1) C.-S. FRANKLIN. *Wireless World*, vol. X, n. 8, pp. 219-255, 20 mai 1922.

Digitized by Google

direction perpendiculaire au plan vertical contenant les antennes. On peut rapprocher de ce réflecteur-plan de M. Marconi le dispositif étudié par Chireix (I) pour la S. F. R. et qui se compose d'un grand nombre d'antennes verticales placées en plusieurs rangées situées l'une derrière l'autre (fig. 159). Toutes ces antennes sont alimentées par le même générateur et de telle façon que la différence de

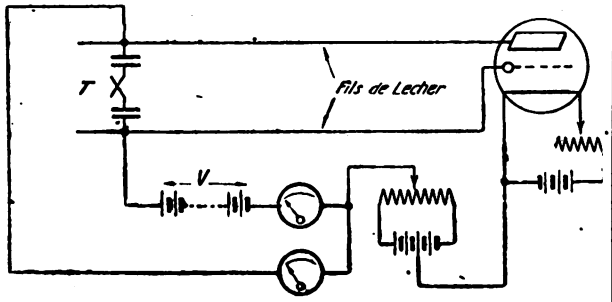


FIG. 162. — Montage de Kurz et Barkhausen.
V tension élevée de grille. Le thermo-élément T permet de manifester la présence d'ondes stationnaires le long des fils de Lecher branchés à la grille et à la plaque.

phase soit constante entre deux antennes voisines. Si l'on étudie un tel système on constate qu'il possède, comme le système de Marconi, un rayonnement maximum dans certaines directions et qu'il donne lieu à des extinctions dans d'autres. Mais il faut reconnaître qu'à grande distance cet effet directif ne se fait plus guère sentir et que la S. F. R. a renoncé à l'emploi d'antennes aussi complexes pour ses émissions à ondes courtes.

Avant de passer aux travaux français sur les ondes de l'ordre du mètre, nous citerons encore les travaux très intéressants de Dunmore et Engell (1) qui ont étudié le rayonnement à courte distance d'une émission dirigée à l'aide d'un cylindre parabolique émettant des ondes de 10 m., ce cylindre pouvant tourner autour d'un axe vertical. Les fig. 160 et 161 représentent le dispositif émetteur et le diagramme des intensités correspondant aux diverses positions du faisceau émis. Ce diagramme a été obtenu en notant les intensités mesurées au poste récepteur lorsque le faisceau émis tournait autour d'un axe vertical passant par le point d'où partait l'émission. On voit l'effet directif très net du dispositif. Dumore et Engell, qui ne cherchaient d'ailleurs à faire qu'une étude de laboratoire, ont obtenu avec ce montage des portées de l'ordre de 2 à 3 kilomètres. Kurz et Barkhausen, à l'aide du montage représenté par la fig. 162, ont pu réaliser des ondes courtes de l'ordre du mètre avec une énergie d'ailleurs très faible et en utilisant un dispositif spécial dans lequel la grille de la triode émettrice était à haut potentiel, la plaque et le filament étant tous deux à la même tension ou à des tensions peu différentes. Leur travail tout théorique n'avait pas pour objet (non plus d'ailleurs que celui de Dunmore et Engell) de réaliser des transmissions (1). En France des travaux assez nombreux ont été faits sur l'onde de l'ordre du mètre.

De telles ondes ont été réalisées par Gutton et Touly en 1918. Le montage employé par MM. Gutton et Touly est donné par la fig. 163.

MM. Mesny et David ont cherché dès 1921 à produire des ondes de l'ordre du mètre mais avec une énergie plus grande. A l'aide d'un montage symétrique, représenté par la fig. 164, ils ont pu mettre dans une antenne une intensité de l'ordre de 0 amp. 4 et descendre à une longueur d'onde de 1 m· 75. Ils sont mêmes descendus à 1 m. 20. Ils ont remplacé aussi dans certains montages l'antenne par deux fils horizontaux (fils de Lecher) placés à une vingtaine de centimètres l'un de l'autre et réunis à une extrémité par un conducteur sur lequel induisait le dispositif émetteur.

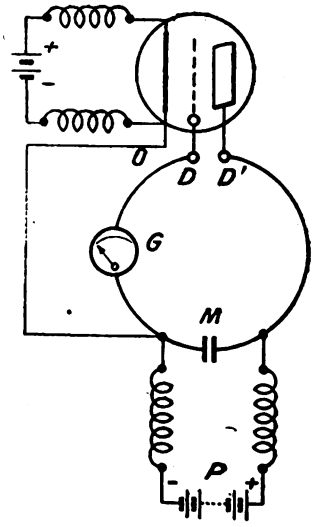


FIG. 163. — Montage de Gutton et Touly qui permit de réaliser en 1918 des ondes de longueur inférieure à 2 m.

Dans ces fils se produisent des ondes stationnaires dont on peut facilement trouver l'emplacement des nœuds et des ventres (par exemple à l'aide d'un pont métallique mobile réunissant électriquement les deux fils) ce qui permet d'éva-

(1) CHIREIX. Emissions sur ondes courtes par antennes dirigées. *Radio-électricité*, n° 64, 26 juillet 1924, pp. 65-73.
(2) DUNMORE et ENGELL. Emissions dirigées sur ondes de 10 m. *Scient, Pap. Bur. Stand.*, avril 1923, p. 2.

(1) KURZ et BARCKHAUSEN, *Phys. Zeitschrift*, janvier 1928. GILL et MORREL, *Phil. Mag.*, 1922, 44 page 161. *Jahrbuch*, janvier 1922, p. 33.

Digitized by Google

luer la longueur de l'onde induite égale à celle de l'onde émise.

Ces ondes de l'ordre du mètre ont été modulées téléphoniquement en employant le dispositif indiqué par M. Beauvais (fig. 114) et on a pu faire ainsi des portées de l'ordre de 5 kilomètres en terrain dégagé. On n'a pas fait d'essais de portée limite en radiotélégraphie avec ce montage.

En 1924 le commandant Chaulard a fait des émissions sur 9 m. pour étudier la propagation des ondes de cette longueur. La portée constatée a

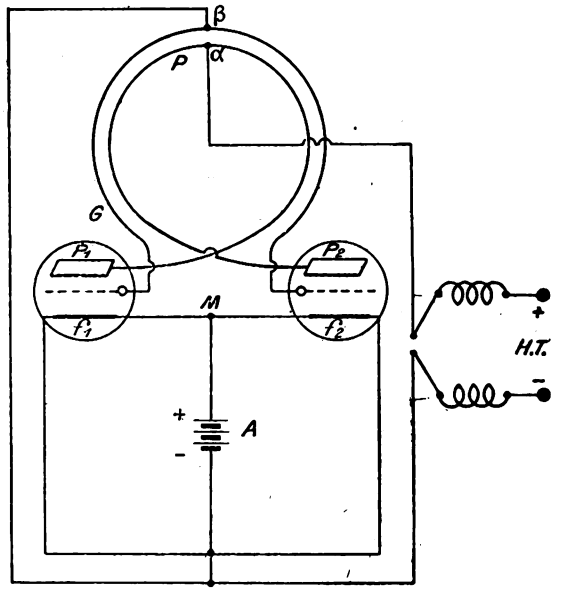


Fig. 164. — Montage symétrique avec lequel MM. Mesny et David ont réalisé en 1921 des ondes de l'ordre du mètre.

dépassé 60 kilomètres, le montage est donné par la fig. 165, les essais continuent encore en ce moment. Enfin M. Mesny est en train de mettre au point l'émission avec une énergie d'alimentation d'une centaine de watts d'ondes de 3 à 4 m. qui seraient envoyées dans une direction donnée à l'aide d'un projecteur parabolique ayant 6 m. d'ouverture, 1 m. 70 de hauteur (1), 0m. 80 environ de distance focale. L'antenne aura la forme représentée par la fig. 166 et une longueur égale à un nombre pair de quarts d'ondes. La réception se fait sur un dispositif à superréaction. La portée déjà atteinte est de l'ordre de 65 kilomètres. On cherche à employer de telles ondes pour remplacer l'optique, notamment dans les liaisons en montagnes où ce mode de communication est souvent gêné par la brume. Étant donnée la grande absorption par le sol des ondes de quelques mètres il est nécessaire, pour qu'on puisse communiquer entre deux points à l'aide de telles ondes, que les deux points puissent se voir optiquement et même que le rayon électromagnétique dans sa trajectoire, pour aller d'un point à l'autre, ne rase pas le sol de trop près (1). Mais le grand avantage des liaisons de cette nature c'est qu'il ne sera pas nécessaire de chercher le correspondant, ce qui est la grande difficulté pour les liaisons optiques à grande distance.

Enfin rappelons que c'est avec des ondes de quelques mètres que Lakowski a commencé des recherches pour guérir le cancer et qu'il a eu des résultats dans le traitement du cancer de certains géraniums. Le commandant Chaulard aurait tendance à croire que l'effet bienfaisant constaté sur

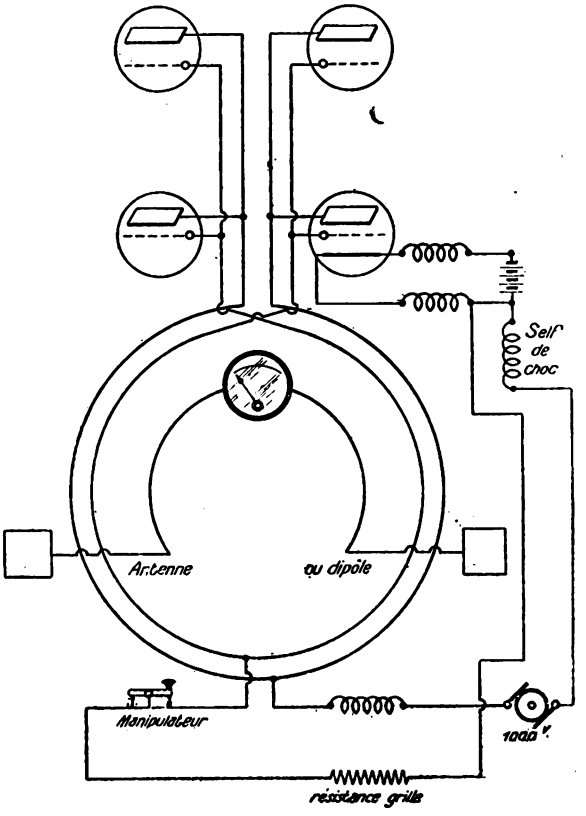


Fig. 165. — Montage du poste du Cdt Chaulard émettant des ondes de 9 m. (O. C. 9). On n'a pour simplifier représenté qu'un seul des 4 filaments alimentés en parallèle par des accumulateurs. Le montage est symétrique, les lampes sont du type E_4.
La portée a dépassé 60 kms.

les plantes atteintes de tumeurs pourrait provenir d'ondes stationnaires nettement plus courtes que les ondes émises pour le traitement. Il pense en effet que la conductibilité du tissu malade et sa grande constante diélectrique ont pour effet de diminuer notablement la longueur de l'onde qui traverse ce tissu. Les ondes stationnaires extrê-

(1) Une demi-onde pour l'émission envisagée (3m 40).

(1) Toutefois des expériences récentes semblent indiquer que la nécessité d'une visibilité optique est peut-être moins absolue, dans certaines circonstances, qu'on ne le pensait au début de ces essais.

Digitized by Google

mement courtes, résultant de l'interférence entre les ondes incidentes et les ondes réfléchies sur la surface de séparation des milieux sains et malades pourraient donner des effets locaux dont l'action curative est encore à élucider.

Ce qui est à retenir de cette étude rapide des ondes de l'ordre du mètre c'est qu'à faible distance l'effet directif est certain et que l'on pourra sans doute avoir des améliorations notables de la portée par l'emploi de projecteurs. A grande distance, au contraire et bien que Marconi ait fait des émissions nombreuses avec des ondes dirigées dont la longueur

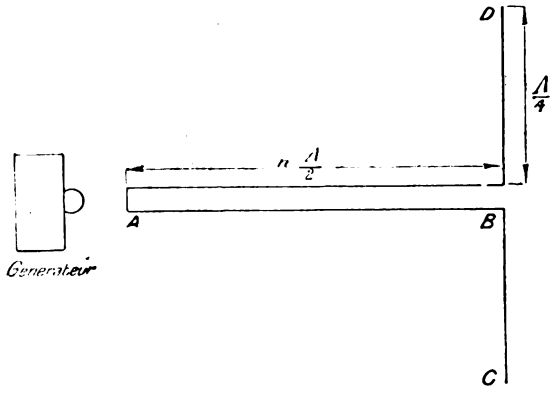


FIG. 166. — Antenne employée par M. Mesny pour l'émission d'ondes de 3 m. dirigées. La portion A. B. sert uniquement de fil d'alimentation pour l'antenne véritable demi onde CD.

est descendue jusqu'à 13 m., il ne semble pas certain que l'on réussisse à obtenir des résultats meilleurs avec des ondes réfléchies qu'avec des ondes rayonnant librement au départ dans toutes les directions.

C. Ondes dont la longueur est inférieure au mètre. Ondes extra-courtes. Travaux de Nichols et Tear.

Les ondes dont la longueur est inférieure au mètre sont encore du domaine du laboratoire, M. Gutton, qui cherche actuellement à réaliser avec quelque énergie des ondes de l'ordre de quelques dizaines de centimètres, estime que ces ondes extra-courtes pourraient donner lieu à des applications intéressantes. On pourrait espérer notamment les envoyer dans une direction parfaitement déterminée à l'aide de miroirs de petite dimension, elles pourraient aussi se prêter sans doute à d'intéressantes recherches physiques parce que leur période d'oscillation est inférieure à la durée de l'orientation moléculaire. Ces ondes extra-courtes ont été réalisées dès le début de l'étude des ondes hertziennes, ceci dans l'intention de répéter les principaux phénomènes de l'optique avec ces ondes électromagnétiques alors nouvelles. Mais il faut bien noter que c'étaient alors des ondes amorties.

C'est ainsi que Hertz lui-même réalisa des ondes qui n'avaient pas plus de 60 $^{c}/_{m}$. Righi, en 1894, réalisait des ondes de 25 $^{m}/_{m}$ et Lebedew, vers la même époque, atteignait 6 $^{m}/_{m}$, extrême limite des ondes électromagnétiques pratiquement réalisées avant les expériences de Nichols et de Tear dont nous parlons plus loin. A cette époque les plus longues radiations infra-rouges connues avaient quelques millièmes de millimètres et l'intervalle était encore très grand entre l'infra-rouge et le domaine hertzien. Nous verrons tout à l'heure comment cette lacune vient d'être comblée. Pour ce qui est des ondes comprises entre le mètre et quelques dizaines de centimètres, nous nous bornerons à énumérer les travaux les plus importants déjà faits ou encore en cours. Dès 1918 par un dispositif à lampes et à connexions très courtes (fig. 163), MM. Gutton et Touly ont réalisé des ondes dont la plus courte avait 1 m. 50 environ. M. Mesny en 1920 et 1921 a réalisé un dispositif à montage symétrique donnant l'onde de 1 m. 20 qui semble l'extrême limite de ce qu'on peut obtenir avec des montages de cette nature. Pour descendre plus bas il faut, soit employer

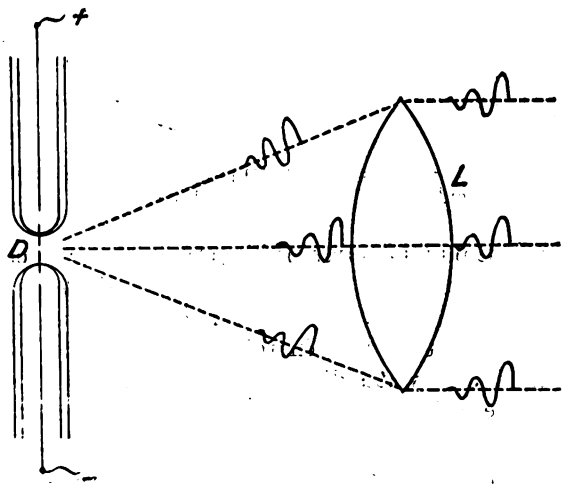


FIG. 167. — Représentation schématique du dispositif émetteur de MM. Nichols et Tear.

D est un minuscule dipôle de Hertz chargé par des fils rattachés à une bobine d'induction et dont la distance d'éclatement est de l'ordre du centième de millimètre. L est une lentille en paraffine qui envoie l'onde émise dans la direction du récepteur.

des montages tout à fait différents comme l'ont fait Kurz et Barkhausen et plus tard Gill et Morell, soit et gardant le même montage, essayer d'isoler les harmoniques des fondamentales qui dépassaient légèrement le mètre. C'est ce que font en ce moment MM. Gutton et Pierret à Nancy.

Nous allons donner quelques détails complé-

(1) GUITTON et PIERRET, *Onde électrique*, 4-5 septembre 1925, pp. 387-393.

Digitized by Google

mentaires sur ces deux catégories de recherches. Kurz et Barkhausen ont fait un montage dont nous avons déjà parlé plus haut et que représente la figure 162. Il consiste essentiellement à utiliser une lampe à 3 électrodes dont la grille est à un haut potentiel et dont la plaque est à la même tension que le filament ou à une tension légèrement supérieure.

Il se produit alors sur deux fils de Lecher, reliés à la plaque et à la grille, des ondes stationnaires que l'on peut déceler à l'aide d'un couple thermoélectrique et qui correspondent à des ondes dont la

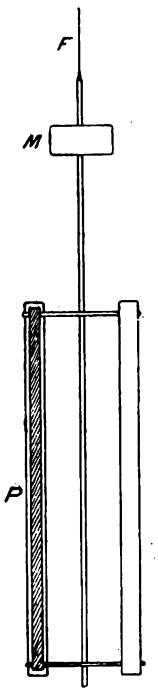


Fig. 168. — Représentation schématique du dispositif récepteur de MM. Nichols et Tear.

L'onde tombant sur un ruban métallique P met tout le système suspendu par le fil F en rotation. La valeur de cette rotation est donnée par le miroir M. Elle est fonction de l'intensité du courant développé dans P et proportionnelle dans des conditions convenables d'expérience à l'intensité de l'onde incidente. Ce dispositif récepteur fonctionne dans le vide (5 centièmes de millimètre de mercure).

longueur varie de 0 m. 60 à un petit nombre de mètres. Le phénomène qui paraît dû aux mouvements des électrons qui reviennent de la plaque vers la grille après avoir dépassé celle-ci, venant du filament, met en jeu une énergie très réduite. La longueur des ondes qui se produisent ne dépend que de la tension grille V et l'on constate que le produit $\lambda^2 V$ reste constant, λ étant la longueur des ondes.

MM. Gutton et Pierret cherchent à isoler des ondes de l'ordre de quelques dizaines de centimètres en les produisant comme harmoniques d'ondes plus longues. Le montage du générateur est celui que nous avons indiqué ; on cherche à donner de l'intensité aux harmoniques en disposant les connexions pour que le générateur soit aussi loin que possible de sa condition limite d'entretien. On donne ainsi de la stabilité à l'onde fondamentale en même temps qu'on renforce ses harmoniques. M. Gutton a employé soit le montage de la figure 163 avec une seule lampe, soit un montage analogue avec deux lampes à cornes en parallèle, soit un montage symétrique. Pour avoir des harmoniques avec l'intensité maximum il crée dans le montage avec deux lampes en parallèle des dissymétries dans les connexions. Pour avoir un régime stable il couple très serrés les fils de grille et de plaque, il a aussi modifié le montage de la figure 164 en ne croisant pas les fils qui vont aux plaques ce qui diminue la longueur d'onde de la fondamentale en changeant les signes de la mutuelle entre les inductances de grille et de plaque. MM. Gutton et Pierret ont ainsi pu isoler des harmoniques dont la plus courte avait 35 $^c/_m$; ils espèrent pouvoir utiliser de telles ondes en les amplifiant après les avoir isolées par résonance des autres harmoniques et de la fondamentale.

Il nous reste, pour aller jusqu'au bout de la gamme, à parler des travaux de Nichols et Tear (1) qui ont réussi à réaliser des ondes hertziennes de

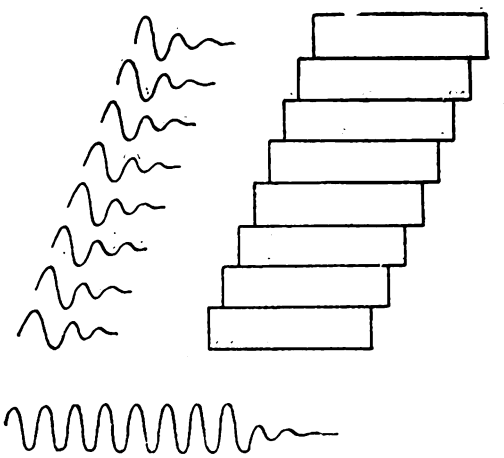


Fig. 169. — Représentation schématique de l'interferomètre dont se servaient MM. Nichols et Tear.

Une vis micrométrique permet de changer le décalage des diverses parties constituant l'interferomètre. Les ondes parcourant des chemins différents suivant la valeur de ce décalage, on produit à la réception des renforcements ou des affaiblissements qui permettent d'évaluer la longueur de l'onde émise.

l'ordre du millimètre ou de la fraction de millimètre, et qui sont plus courtes (ondes propres ou harmoniques de ces ondes) que les plus longues

(1) Nichols et Tear, *Phys. Review.*, 21 1923, pp. 587-610. Nichols et Tear, *Ac. Sc.*, 9 1923, pp. 211-214.

Digitized by Google

radiations infrarouges actuellement décelées qui atteignent le 1/3 de mm. (Rubens et Wood). MM. Nichols et Tear ont émis à l'aide d'un minuscule doublet de Hertz, formé de deux petites tiges de tungstène ayant 2 dixièmes de millimètre de longueur et 2 dixièmes de millimètre de diamètre, des ondes électro-magnétiques dont la longueur a pu descendre jusqu'à 1 $\frac{m}{m}$ 8. En fait ils ont pu produire, soit directement soit sous forme d'harmonique d'une onde plus longue, des ondes électromagnétiques atteignant environ le quart de millimètre comme longueur.

Leur dispositif émetteur est représenté par la figure 167. Il fallait en outre recevoir ces ondes, les mesurer et constater aussi que des radiations infra-rouges du même ordre de grandeur donnaient sur le récepteur des résultats identiques à ceux de l'onde hertzienne.

Tous ces résultats ont été obtenus à l'aide du récepteur et de l'interféromètre dont les figures 168 et 169 donnent le schéma. Le récepteur comprenait essentiellement des surfaces métalliques suspendues par un fil F et pouvant ainsi tourner autour d'un axe vertical. Sur ces surfaces tombait la radiation électromagnétique concentrée par une lentille de paraffine. En vertu d'un phénomène indiqué par Crooks la chaleur produite à la surface de ces bandes métalliques par le courant induit dans la masse du métal à l'arrivée de l'onde électromagnétique avait pour résultat de faire tourner tout l'équipage suspendu par le fil F. Cet équipage suspendu dans le vide pesait moins d'un milligramme et était sensible au dix millionième de degré. On lisait la valeur de la rotation grâce au déplacement du miroir M et l'angle de rotation était lié à l'intensité du courant développé dans le récepteur. En envoyant sur un tel dispositif des radiations infra-rouges, on a pu observer des phénomènes du même ordre que ceux donnés par l'onde électromagnétique et vérifier l'identité des deux phénomènes.

Restait alors à mesurer l'onde émise qui était une onde amortie. On employait pour cela un interféromètre composé d'abord de deux miroirs superposés et décalés, l'un par rapport à l'autre, d'une quantité que l'on pouvait faire varier à l'aide d'une vis micrométrique ou bien de toute une série de blocs de bronze poli formant une sorte d'escalier sur la forme duquel on agissait de même par une vis. L'onde réfléchie sur ce système, avant de parvenir au récepteur, se décomposait en une série d'ondes ayant parcouru des chemins différents (fig. 169) et dont la superposition donnait lieu dans le récepteur à des franges d'interférence, à des renforcements et à des affaiblissements. On pouvait, par l'observation des renforcements et des affaiblissements et par la différence du chemin parcouru entre le récepteur et l'émetteur, différence donnée par la position de la vis micrométrique de l'interféromètre, avoir une mesure précise de la longueur de l'onde émise. Nichols et Tear ont ainsi pu faire agir successivement sur leur dispositif récepteur une onde électromagnétique ayant un quart de millimètre environ de longueur et la plus longue des radiations infra-rouges actuellement décelée et dont la longueur d'onde atteignait une valeur supérieure à peu près égale à un tiers de millimètre. Ils ont constaté une analogie absolue entre les effets de cette dernière radiation et ceux de l'onde électromagnétique.

On peut donc admettre à l'heure actuelle qu'aucune discontinuité n'existe plus entre le domaine des radiations électromagnétiques et celui des radiations calorifiques et lumineuses, lui-même prolongé par celui des rayons X et γ.

Si, rentrant à présent dans la gamme des ondes courtes industriellement utilisables, nous jetons un coup d'œil pour conclure sur les résultats déjà acquis et sur les recherches d'ordre plus directement utilitaires que celles dont nous venons de parler, nous pouvons dire ceci.

A beaucoup de points de vue déjà les ondes courtes sont sorties du domaine expérimental et rendent dès à présent de signalés services.

Au point de vue commercial on peut compter sur elles pour doubler les postes à ondes longues beaucoup plus réguliers et dont l'emploi, si l'on veut pouvoir communiquer à toute heure du jour et en toute saison, semble nécessaire longtemps encore, si onéreux qu'il paraisse, quand on compare les frais d'installation et d'exploitation des postes à ondes courtes à ceux des postes à grande puissance. Pour des liaisons lointaines et qui ne souffrent pas d'être retardées quelque peu, les ondes courtes peuvent déjà maintenant être envisagées comme unique moyen de communication. C'est le cas de certaines émissions météorologiques ou des transmissions avec des colonies de faible importance commerciale. Ce sera le cas aussi pour des liaisons à l'intérieur même de certaines colonies.

Au point de vue militaire l'emploi des postes à ondes courtes augmente la possibilité d'émissions simultanées de plus en plus nombreuses, et permettra peut-être d'utiliser la radio-téléphonie aux armées. Ce qui reste à chercher pour que les émissions à ondes courtes puissent être employées plus sûrement et plus utilement encore, c'est d'abord les lois de leur propagation, si toutefois ce phénomène est soumis à des lois.

Si on ne trouve que des phénomènes à allure météorologique, une observation assez longue permettra-t-elle de déterminer les meilleures

Digitized by Google

ondes à employer à une époque et pour des fins données? Il semble que l'on fait actuellement quelques progrès dans cette voie, et le poste à ondes courtes de l'avenir sera peut-être un poste à plusieurs ondes émises simultanément ou successivement et dont on devra pouvoir changer à peu près instantanément. Peut-être aussi utilisera-t-on industriellement des ondes de plus en plus courtes et découvrira-t-on quelque chose de net sur les propriétés thérapeutiques de telles ondes. Il est possible également que l'observation méthodique et raisonnée des phénomènes de propagation conduise à de grands progrès pour la prévision du temps. De grands espoirs sont certainement permis, de grands travaux restent à faire. Mais on peut dès à présent dire que l'étude des ondes courtes est un chapitre important et nouveau dans l'histoire de la technique hertzienne et que l'emploi de ces ondes, dont les conséquences sont fort importantes déjà, révolutionnera peut-être un jour toutes les notions actuellement acquises.

Commandant METZ.

LA SOIE

SES ORIGINES. SES APPLICATIONS.
SON ORGANISATION INDUSTRIELLE
ET COMMERCIALE (1)

Origines de la soie. — La tradition chinoise fixe l'origine de la sériciculture, industrie agricole qui a pour objet l'élevage d'un ver dont la sécrétion produit la fibre soyeuse, à vingt-huit siècles avant Jésus-Christ. Des mesures sévères ont été prises par la Chine pour conserver chez elle le monopole de cette industrie, et la peine de mort fut même édictée contre ceux qui tenteraient de l'implanter dans d'autres pays. Mais, comme il n'est pas d'interdictions que ne puissent tourner la fraude ou la ruse, le fil et les tissus de soie finirent par s'exporter et apparurent, vers le IIIe siècle de notre ère, au Japon et sur les marchés de la Perse, du Turkestan et de l'Europe Orientale. Le secret de l'élevage du ver à soie et du tissage des étoffes fut pourtant gardé longtemps encore dans l'Extrême-Orient. On prétend — est-ce fable ou vérité? — que les premiers œufs ou « graines » de ver à soie furent apportés en Perse, vers le VIIIe siècle, par une princesse chinoise qui épousa un roi persan. D'autres historiens disent que ce furent des moines qui, sous Justinien, introduisirent les précieuses graines à Constantinople dans un bâton creux. Toujours est-il que Constantinople fut, en Europe, le premier centre de production de la soie, de là, l'industrie se répandit en Grèce, en Espagne, en Sicile, dans l'Italie continentale et en France.

Mais le pays européen qui fut le véritable berceau des industries de la soie est l'Italie. Dès 1130, des filatures et des tissages s'établirent en Sicile, en même temps que Venise s'arrogeait le monopole de la vente des étoffes de soie venues des pays orientaux, étoffes dont les prix étaient très élevés et qui ne pouvaient être achetées que par les cours royales, la noblesse ou la riche bourgeoisie. Des manufactures de tissus apparurent ensuite à Venise, Florence, Gênes et dans d'autres villes italiennes. Il semble que l'implantation en France de l'industrie sériciole soit due au transfert momentané de la résidence des papes à Avignon et que ce soit le pape Clément V et les Italiens de son entourage qui organisèrent les premiers élevages dans le Comtat Venaissin, puis dans la vallée du Rhône et surtout à Nîmes.

Toutefois, ce n'est que sous le règne d'Henri IV, grâce à Olivier de Serres, que fut mis en œuvre un véritable plan d'éducation des vers à soie et de tissage des étoffes.

Le ver à soie se nourrit de feuilles de diverses plantes, mais celle qui lui convient le mieux et avec laquelle il produit la meilleure fibre est la feuille de mûrier. Grâce à la protection du roi Henri IV, la plantation des mûriers fut entreprise en France avec activité dans les régions les plus diverses, notamment à Paris dans le jardin des Tuileries. Puis, une période de déclin suivit avec des alternatives variables : coup de fouet donné par Colbert, fléchissement provoqué par la révocation de l'Édit de Nantes qui amena l'éloignement de nombreuses familles protestantes lesquelles s'étaient adonnées à la sériciculture.

Progressivement cependant, l'élevage du ver à soie reprit de l'importance. Vers 1760-1780, la production annuelle de la soie atteignit en France 500.000 kilogs, puis 1 million de kilogs vers 1820-1840 et enfin 2 millions de kilogs de 1840 à 1865, le point culminant ayant été atteint en 1853 avec 26 millions de kilogs de cocons et 2.200.000 kilogs de soie produite par le filage de ces cocons. Vers cette époque un véritable désastre se produisit. Les sériciculteurs avaient développé outre mesure les élevages, accumulé les vers dans des espaces trop restreints, sans souci d'observer aucune règle d'hygiène. Or, le ver à soie est un insecte délicat, très accessible aux épidémies qui prennent chez lui un caractère héréditaire. Des maladies épidémiques se déclarèrent donc et firent

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 7 février 1926.

Digitized by Google

passer la production des cocons de 26 millions de kilogs en 1853 à 7.500.000 kilogs en 1856 et à 5.500.000 kilogs en 1865. Malgré les importations de graines étrangères venues d'Italie, d'Espagne, d'Extrême-Orient, les épidémies persistèrent et amenèrent la ruine des élevages français, privant ainsi notre pays d'une production familiale qui dépassait 100 millions de francs, chiffre important pour l'époque.

Le 6 juin 1865, J.-B. Dumas, professeur au Collège de France, natif d'Alais, exposa au Sénat la triste situation des régions séricicoles et pria son élève et ami Louis Pasteur d'étudier les maladies des vers à soie. C'est à l'illustre savant que revient la gloire d'avoir sauvé la sériciculture européenne, car l'épidémie avait gagné les pays voisins de la France. Il vint s'établir près d'Alais, de 1865 à 1869, observa les campagnes séricicoles avec sa famille et ses collaborateurs et publia, en 1870, son *Étude sur la maladie des vers à soie*. Grâce à lui, les maladies furent connues dans leurs causes, leurs symptômes, leur mode de contagion et d'hérédité et il indiqua également les moyens à employer pour en garantir les vers.

Pasteur a établi les règles d'un élevage rationnel, règles qui sont aujourd'hui adoptées dans tout l'univers. Aussi Lyon, ville de la soie, lui garde-t-elle une reconnaissance particulière.

Les découvertes de Pasteur ont eu pour conséquence la création d'une industrie spéciale, « le grainage », où les Français sont passés maîtres.

Je rappellerai brièvement que le ver à soie est une chenille qui, pour effectuer ses métamorphoses en chrysalide et en papillon, s'enferme dans une sorte de petit œuf complètement clos et dénommé cocon. A cet effet, la chenille sécrète une bave qui se coagule immédiatement à l'air et se transforme en fil d'une extrême ténuité. En France, le cycle d'évolution de l'insecte dure une année. Vers le 15 mai, les œufs de la campagne précédente, appelés communément graines, sont soumis à une élévation progressive de température, ce qui provoque l'éclosion des jeunes vers : C'est la période d'incubation. Ces jeunes vers sont ensuite nourris avec des feuilles de mûriers pendant 30 à 32 jours et subissent 5 mues successives. A la fin de la cinquième mue, ou cinquième âge, le ver forme un cocon dans des branchages disposés à cet effet sur les tables d'élevage, puis se transforme en chrysalide.

Le ver met 3 à 4 jours pour faire son cocon ; 15 à 20 jours après, la chrysalide donne naissance à un papillon qui sort du cocon en coupant les fils. Dès la sortie, les papillons s'accouplent, les femelles pondent des œufs qui seront hivernés et serviront l'année suivante à recommencer le cycle que je viens d'exposre.

Les cocons destinés à la production du fil de soie sont soumis avant la sortie du papillon, à une opération, dite « étouffage », qui consiste à soumettre le cocon à une température de 80° environ afin de tuer la chrysalide.

Quant aux œufs pondus par le papillon, tous ne sont pas propres à la reproduction. C'est là qu'intervient l'industrie du grainage dont j'ai parlé il y a quelques instants.

Le graineur surveille l'éducation des vers chez les sériciculteurs qu'il a choisis pour l'alimenter en œufs. Il s'applique à en améliorer la vigueur, la santé et la puissance sérigène par le choix des lieux les plus favorables à l'élevage. Il procède ensuite à une sélection méthodique des cocons de reproduction, à l'élimination de tout papillon malade, défectueux ou suspect, au croisement des races, à la vérification microscopique des pontes obtenues. Grâce aux méthodes employées par les graineurs français, leurs produits sont prisés sur les principaux marchés de reproduction et cette petite industrie donne lieu à un appréciable mouvement d'affaires qui s'était chiffré en 1924 par 14 millions de francs environ d'exportation.

Un gramme de graines de vers à soie contient en moyenne 1.500 œufs qui doivent produire au minimum 2 kilogs de cocons, après avoir consommé 40 kilogs de feuilles de mûriers.

La sériciculture française n'a pas retrouvé sa prospérité d'antan. Cet assoupissement est dû à diverses causes dont les principales sont : la concurrence des soies d'Extrême-Orient et l'engouement des agriculteurs français pour la vigne.

Un effort sérieux est tenté pour enrayer cette décadence. Il a été entrepris par le Comité National de la Sériciculture dont le président est M. Marcel Astier, député de l'Ardèche. Il est soutenu financièrement par la Fédération de la Soie.

Le Comité fait une propagande active auprès des paysans du Midi de la France, région où existent encore de nombreux mûriers. Il a fait éditer une petite brochure où sont indiquées les meilleures méthodes d'élevage. Il distribue à prix très réduits des plants de mûriers. Il organise des commissions paritaires au moment de la récolte pour établir les prix des cocons. Il a obtenu des filateurs de fixer, au début de chaque saison, un prix minimum pour les cocons, de telle sorte que le sériciculteur sait par avance le minimum de profit sur lequel il peut compter.

En 1922, le prix minimum a été fixé à 10 francs. Le prix moyen effectivement payé a été de 15 francs.

En 1923, prix minimum, 12 francs ; prix moyen, 20 francs.

Digitized by Google

En 1924, prix minimum, 15 francs ; prix moyen, 18 francs.

Le nombre des éducateurs, qui a été autrefois de plus de 100.000, était descendu à 48.999 en 1921 et la production des cocons à 2.557.000 kilogs. Ce nombre est remonté à 60.755 en 1923 avec 3.355.000 kilogs de cocons ; à 75.168 en 1924 avec 4.280.000 kilogs. Le prix moyen des cocons s'étant élevé, en 1924, à 18 francs, c'est donc 75 millions de francs de ressources nouvelles qu'ont encaissées les paysans qui se sont livrés, cinq semaines durant, à l'éducation des vers. En calculant la main-d'œuvre au prix normal de la région, le coût moyen d'un kilog de cocons est de 10 francs maximum. Or, la main-d'œuvre étant généralement celle de la famille de chaque éleveur, on voit qu'entre le prix payé en 1924 : 18 francs, et l'estimation du coût (avec temps de travail compté) : 10 francs, il est resté une marge intéressante de bénéfices.

Pourtant, il reste beaucoup à faire pour que la France reprenne une place appréciable dans la production mondiale dont voici un tableau pour l'année 1924 :

France	335.000 kg.
Italie	5.255.000 kg.
Espagne	95.000 kg.
Europe Orientale, Levant et Asie Centrale	1.095.000 kg.
Chine	7.715.000 kg.
Japon	24.525.000 kg.
Inde et Indo-chine	60.000 kg.
	39.100.000 kg.

On voit, par les chiffres de ce tableau, que la production de l'Italie, dont la moyenne était de 1.900.000 kilogs en 1875-1880 s'est élevée à 5.200.000 kilogs en 1924.

Je souhaite que la France marche sur les traces de sa voisine, car elle s'affranchirait ainsi partiellement du tribut très lourd qu'elle paie à l'étranger pour une matière première qui atteint, à l'heure présente, le prix de 425 francs le kilog.

Or, pendant que la sériciculture française allait décroissant, l'industrie française des soieries se développait graduellement, ainsi que le prouvent les chiffres de sa consommation en soie naturelle :

1885 — 2.100.000 kilogs
1900 — 2.980.000 —
1913 — 5.100.000 —
1920 — 3.800.000 —
1924 — 5.200.000 —

auxquels il convient d'ajouter la consommation en soie artificielle qui grandit rapidement et qui a été de :

	Emplois :
3.500.000 kg. en 1923	50 % pour la bonneterie
6.300.000 — en 1924	30 % pour le tissage
7.000.000 — en 1925	20 % pour le ruban et la passementerie.

Les applications de la soie. — Les emplois de la soie se développent sans cesse. Les produits qu'elle engendre s'adaptent si bien au confort et à l'agrément de l'existence que leur consommation suit pas à pas les progrès de la civilisation.

Aucun autre textile n'a une valeur comparable à celle de la soie et cette valeur est due à des qualités exceptionnelles. Malgré sa finesse extrême, le fil de soie est tenace autant qu'élastique, Sa ténacité égale celle de l'acier. La soie est un isolant contre la conductibilité. Elle est brillante, agréable à l'œil et au toucher. Son éclat est sobre, fondu,

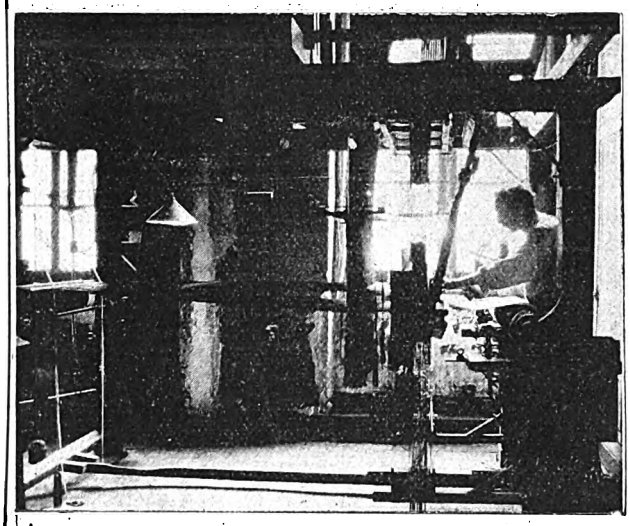


Fig. 170. — Métier à bras, tisus façonnés.

résiste à l'air et à la lumière. Son élasticité est telle que, transformée en tissu, on peut lui faire subir toutes les pressions, tous les plissements, sans qu'il reste la moindre froissure. Associée à d'autres textiles : laine, coton, lin, même avec des lames or, argent, cuivre, la soie les assouplit, tout en gardant son éclat distinctif. Elle assimile les produits colorants avec une facilité surprenante, accusant, au contraire, leur délicatesse et leur fraîcheur. Elle absorbe aisément aussi des substances minérales, ce qui permet de la transformer à l'infini et de donner à l'étoffe une souplesse étonnante. Laissée à sa qualité propre et sans addition d'autres substances, elle est d'une résistance presque sans limite. On retrouve intactes, comme solidité, de vieilles étoffes ayant plusieurs siècles d'existence.

Il convient de dire ici quelques mots de la soie artificielle, certaines personnes étant portées à

Digitized by Google

croire que ce nouveau produit est de nature à restreindre la consommation de la soie naturelle.

En réalité, ces deux matières sont situées sur des plans différents et j'ai la conviction qu'elles se développeront l'une à côté de l'autre sans se nuire. Elles se distinguent d'ailleurs nettement l'une de l'autre.

La soie naturelle est le fruit d'une sécrétion animale et, comme tout ce qui vient de l'être animé, elle est impossible à reconstituer par voie de synthèse. Je viens de décrire ses qualités.

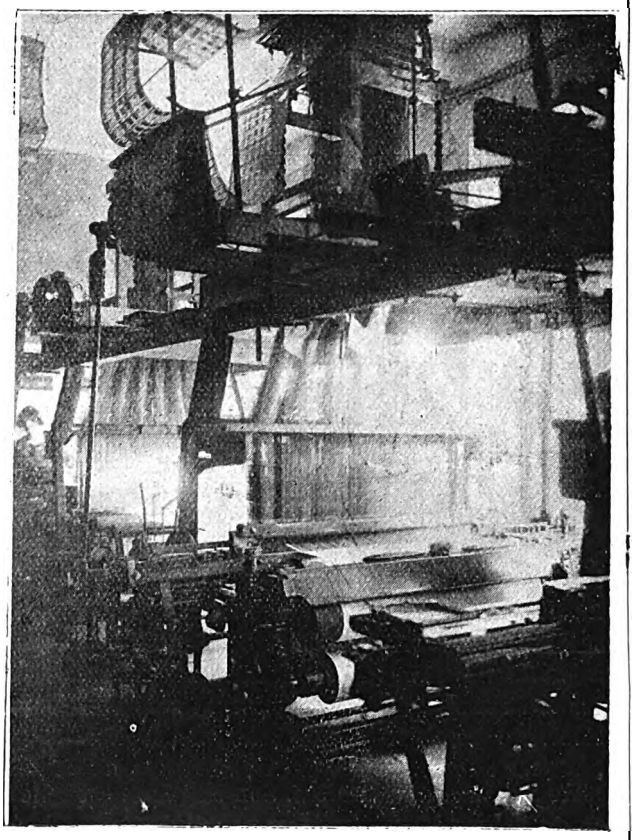


Fig. 171. Métiers mécaniques, tissus façonnés

La soie artificielle est d'origine végétale : elle est la transformation chimique de la cellulose du bois. Sa fibre, comme celle du coton, manque d'élasticité, partant de souplesse. Son brillant a un éclat lustré. Elle assimile moins facilement l'eau, les colorants, les substances minérales que la soie naturelle. Par contre, elle a plus de corps et donne aux objets qui la contiennent plus de fermeté.

Comme nombre de découvertes scientifiques, la soie artificielle a suscité des emplois et des besoins nouveaux. Sa consommation prendra place à côté de celle des autres textiles. Peut-être, y aura-t-il concurrence et gêne pour quelques-uns d'entre eux pendant quelques années, mais l'on verra plus tard que la consommation des uns et des autres aura respectivement grandi.

Il convient de signaler pourtant que le développement de la soie artificielle tient du prodige.

La production mondiale de ce fil, qui était faible encore avant la guerre, s'est élevée en 1924 à 65 millions de kilogs. Elle est montée approximativement à 80 millions en 1925. On estime qu'elle atteindra 110 à 120 millions en 1926.

Lyon a su tirer rapidement un excellent parti de cette matière nouvelle. La production des tissus de soie artificielle y a été évaluée à 3 millions 1/2 de francs en 1917 et 15 millions de francs en 1918 ; à 800 millions de francs en 1924, elle dépassera 1 milliard de francs en 1925.

C'est la France qui a eu l'initiative, grâce au comte Hilaire de Chardonnet, de mettre au point le procédé de fabrication de la soie artificielle dont une première réalisation de laboratoire a été effectuée par Audemars, à Lausanne, en 1855.

Les premiers filaments utilisables ont été obtenus en 1882. La première usine fut installée à Besançon en 1891. Mais, c'est à partir de 1905, et surtout depuis la guerre, que le traitement de la soie artificielle a été industriellement et largement exploité.

On compte aujourd'hui quatre procédés différents de fabrication de la soie artificielle :

1° Le procédé Chardonnet, dit de la nitrocellulose, qui consiste à traiter le coton par un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique et à dissoudre la nitrocellulose ainsi obtenue dans un mélange d'alcool et d'éther. La solution concentrée peut être ensuite filée, se coagule à l'air et doit être dénitrifiée avant de pouvoir être utilisée.

Ce procédé, assez coûteux, représente environ 20 % de la production mondiale.

2° Le procédé au cuivre, découvert en 1890, par Despeissi et encore employé en Allemagne.

Les déchets de coton sont traités par une solution de soude caustique, subissent un lessivage, un blanchîment, un lavage et sont dissous dans une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. La solution obtenue est filtrée dans des toiles métalliques et envoyée dans des filières plongeant dans l'acide sulfurique ou la soude caustique, où le fil se coagule.

3° Le procédé de la viscose, aujourd'hui le plus employé parce qu'il est le plus économique.

La soie viscose est à base de xanthate de cellulose. La pâte de bois qui constitue la matière première est imprégnée de soude caustique puis déchiquetée dans des moulins. La masse, abandonnée à elle-même pendant plusieurs jours, à une température convenable, se transforme en une solution

Digitized by Google

qu'on additionne de sulfure de carbone, de soude et d'eau. Le liquide obtenu est filé dans des filières en métal inoxydable et se coagule dans un bain de bisulfate de soude. L'opération se termine par un lavage et un blanchîment.

4° Le procédé à l'acétate de cellulose, le plus récent, est sensiblement différent des précédents.

Il consiste essentiellement à traiter la cellulose par un mélange d'acide acétique, d'anhydrique acétique et d'acide sulfurique. L'acétate de cellulose, dissous dans l'acétone, est ensuite filé à l'air.

Les soies connues sous le nom de Célanèse, Rhodiacéta, etc., sont des soies à l'acétate.

On compte maintenant, en France, 11 usines en état de production. Celle-ci a été évaluée en 1924 à 6.000.000 de kilogs de soie artificielle, absorbée au delà par la consommation intérieure, puisqu'il a fallu importer encore 1.700.000 kilogs de l'étranger. Il y a 11 autres usines en voie d'installation, la plupart pour faire de la soie à la viscose. La production va donc atteindre 12.000.000 de kilogs, au moins, à bref délai.

***

Je m'excuse de cette digression qui m'a écarté du sujet que je traite ici, mais j'espère qu'elle n'aura pas été sans intérêt pour le lecteur.

La soie naturelle et la soie artificielle ont des emplois infiniment variés.

La première tient une place de plus en plus grande dans le vêtement, le sous-vêtement et les accessoires du vêtement féminin, voire même du vêtement masculin sous forme de chemises et de chaussettes. La parure, la mode, la chaussure en tirent de merveilleux effets. Elle est utilisée par l'aéronautique, pour la confection des gargousses et comme isolant électrique. Elle sert, sous des formes multiples, à la décoration de l'appartement.

Son usage se vulgarise sans cesse, en un mot, sans qu'elle perde rien des qualités naturelles qui font sa grâce, sa souplesse et sa résistance.

A ce propos, qu'il me soit permis de dire que la soie ne donne pas naissance qu'à des produits de luxe. Une partie, relativement faible, de sa production a ce caractère. Mélangée avec d'autres textiles, la soie permet, en effet, de nombreuses créations de tissus accessibles à toutes les bourses. Il y a eu même, au cours des années dernières, nombre de tissus de soie dont le prix était moins élevé que des tissus de laine, de lin, parfois même de coton.

Je répète que l'emploi des produits de la soie marque, dans tous les pays, le progrès de la civilisation. Il faut donc nous réjouir de leur voir tenir une place chaque jour plus grande dans le nôtre, et c'est, à mon avis, une erreur regrettable que de les frapper d'une dîme qui retombe, en fin de compte, sur nos concitoyens de situation modeste, lesquels ont le désir naturel de s'en servir comme les autres.

Quant à la soie artificielle, on l'essaie un peu dans tous les genres. Elle prendra une certaine place dans les tissus pour confection, une place plus large, presque prépondérante, dans les tissus pour modes ; elle a pris une place importante dans la bonneterie, dans la passementerie. Alliée au coton et à la laine, elle permettra de créer des tissus nouveaux qui développeront les emplois bon marché en confection et des emplois même de haut luxe en ameublement.

J'ai la conviction profonde que les industries qui utilisent ces deux textiles trouveront mille formes ingénieuses d'emplois, leur permettant de développer la consommation et que ce sont eux qui auront le moins à souffrir d'une crise économique dont on peut toujours redouter l'éclosion.

L'organisation industrielle et commerciale des industries de la soie. — Décrire la variété et l'importance des industries et commerces de la soie fournirait matière à une causerie très étendue. Je suis donc obligé de limiter ma présentation aux plus essentiels et d'en faire un examen sommaire.

Après le travail du ver à soie qui produit le cocon, viennent les opérations sucessives de la filature, du moulinage, du tissage, de la teinture, de l'apprêt, de l'impression, à travers lesquelles s'enchevêtrent les conceptions des techniciens de la fabrique.

La filature est l'industrie qui transforme le cocon de soie en un fil agrégé qui devient ainsi propre à des manipulations de toutes sortes. Elle a traversé, en France, les mêmes vicissitudes que la sériciculture.

C'était, dans le principe, une industrie familiale dont l'outillage était des plus rudimentaires. Le fil produit était de qualité médiocre, composé de bouts mal liés entre eux, plats et manquant d'homogénéité.

L'Italie, où cette industrie était plus développée qu'en France, perfectionna son outillage assez rapidement.

L'Encyclopédie de Diderot, parue au XVIII^e^ siècle, décrit ainsi l'opération du filage de la soie :

« Plusieurs cocons dont le nombre varie suivant « la grosseur du fil à obtenir sont placés dans une « bassine remplie d'eau chauffée à 50° et tirés en « un seul brin. Deux groupes de brins forment deux « fils dont chacun passe au-dessus de la bassine « dans une filière ; les deux fils sont tordus plu- « sieurs fois, l'un autour de l'autre, afin d'augmenter « la cohésion des brins et d'obtenir un fil arrondi.

Digitized by Google

« Ils sont ensuite séparés à nouveau pour passer « sur des crochets fixés sur une tringle horizontale « animée d'un mouvement de va et vient destiné « à empêcher les fils de se superposer trop rapi- « dement les uns sur les autres, en se séchant un « peu avant leur enroulement sur le dévidoir que « fait tourner une femme au moyen d'une roue à « manivelle. »

Tel est le principe de la filature. Mais d'importantes modifications ont été apportées depuis avec des procédés mécaniques qui accélèrent la production et améliorent la qualité du fil.

La filature française a suivi la prospérité et le déclin de la sériciculture. Après les désastres causés à cette dernière en 1855, elle essaya de remplacer les cocons indigènes par les cocons importés d'Italie, du Levant et même d'Extrême-Orient. Mais ces cocons, abîmés par les transports et dont les fileuses connaissaient mal les procédés de traitement, donnaient de médiocres résultats. D'autre part, les fabriques de tissus se développant sans arrêt et manquant de matière première, prirent l'habitude de s'approvisionner en Extrême-Orient, ce qui provoqua la fermeture de nombre de filatures.

Vers 1850, on comptait plus de 600 filatures comprenant près de 30.000 bassines et produisant plus de 1.000.000 de kilogs de soie.

En 1875, le nombre des filatures était descendu à 400, avec 19.500 bassines et moins de 800.000 kilogs de production.

Ce nombre n'a fait que décroître.

En 1922, 85 filatures seulement étaient en activité avec 4.072 bassines et 295.894 kilogs de production. Il est vrai que ces 85 filatures sont presque toutes munies d'un matériel moderne, obtiennent un fil mieux filé et un rendement plus abondant. Il est souhaitable néanmoins que la renaissance sériciole donne un coup de fouet à la filature française, dont les produits sont de premier ordre et peuvent servir de stimulant aux autres productions, notamment à celles d'Extrême-Orient.

Notons en passant que la France a été l'agent des réformes en Chine et au Japon et que c'est grâce à elle que les filatures européennes ont été introduites dans ces deux pays, à Canton en 1871, puis à Shanghaï et au Japon.

A titre documentaire, j'indique qu'une bassine moderne travaillant de façon continue peut produire annuellement 110 kilogs de soie grège environ et qu'il faut en moyenne 12 kilogs de cocons frais ou 2 kg. 1/2 de cocons secs, pour produire 1 kilog de grège.

Grâce au génie humain, une industrie est souvent génératrice d'autres industries qui utilisent ses déchets pour en tirer de nouveaux produits. C'est, en tous cas, la règle dans tout le domaine textile. C'est ainsi que l'enveloppe du cocon, les déchets de filature et de tissage sont traités à nouveau par des opérations de peignage, de cardage, de filage, qui donnent naissance à la bourre et à la bourrette de soie.

La filature des bourres et bourrettes est concentrée en Europe Occidentale, plus particulièrement en Suisse, dans l'Italie du Nord et dans le Nord-Est de la France. Étant donnée l'importance de la place de Lyon comme consommation des produits de cette industrie, les principales filatures de déchets de soie ont dans cette ville, soit leur siège social, soit d'importantes organisations de vente.

Les établissements de peignage et de filature de bourres et bourrettes sont au nombre de 25 en France. Ils occupent 12.000 ouvriers et leur chiffre d'affaires a été évalué, en 1923, à 345.000.000 de francs.

Dans l'ordre industriel, l'opération du moulinage succède à celle de la filature.

Par cette opération, on donne au fil de soie, simple ou assemblé à plusieurs bouts, une torsion qui en modifie l'aspect et lui permet, sous l'action de la chaleur humide, de former des aspérités qui donnent au tissu les multiples aspects de crêpage qui jouissent d'une si grande faveur depuis plusieurs années.

Sans jouir d'un monopole, l'industrie du moulinage français est particulièrement appréciée. Elle existe depuis le début du XVIII^e siècle (1715). Installée d'abord dans la région de Saint-Chamond, elle s'est étendue par la suite dans dix-huit départements du Sud-Est.

Malgré son évolution mécanique, cette industrie a encore un caractère rural et familial. Elle utilise une main-d'œuvre presqu'exclusivement féminine.

L'outillage du moulinage français représente 1.053.000 broches ou fuseaux ; celui de l'Italie 1.500.000, mais la France garde la suprématie pour les ouvraisons crêpe qui sont à la mode à l'heure actuelle.

Le chiffre de production du moulinage français s'est élevé approximativement, en 1923, à 2.500.000 kilogs de soie représentant près de 50 millions de francs de main-d'œuvre incorporée.

Une fois filée ou moulinée, la soie est prête à être tissée.

Je passe sur les opérations de contrôle hygrométrique et de titrage qui se réalisent dans les établissements publics nommés « Condition des Soies » et j'en arrive à l'achat de la soie qui est, à Lyon, l'objet d'un commerce international de grande importance.

La production française de la soie ne représentant que 5 % de la consommation, on conçoit que l'approvisionnement industriel soit chose capitale pour

Digitized by Google

notre pays. Il est assuré par la Corporation des Marchands de Soie qui a conservé l'allure et les traditions des grandes corporations d'autrefois.

Le marchand de soie lyonnais est vraiment le type du grand marchand qui doit unir à une profonde connaissance des questions de douane, de transport et de change, des qualités d'initiative à la fois audacieuses et prudentes. Le mot spéculation veut dire pour lui : tentative de prévision rationnelle du commerce.

Son premier souci est de réunir et de classer la matière première qu'il trouve dans les conditions les plus diverses. Il doit être en relation avec la consommation internationale qui est infiniment variée. Parfois, il doit devenir industriel pour suppléer aux insuffisances de la préparation. Son rôle financier est considérable, en raison du prix élevé de la soie. Les opérations de vente et d'achat sont dispersées dans toutes les régions du monde et exigent une grande surveillance des faits économiques. A l'heure actuelle, les centres de consommation les plus importants sont séparés des centres de production par d'énormes distances : Exemples, Lyon et Shangaï, Lyon et Yokohama. Aussi le fret et l'assurance donnent-ils lieu à d'importantes opérations.

Lyon a été pendant longtemps le premier marché de soie du monde. Il a confirmé cette position il y a une soixantaine d'années en enlevant à Londres le monopole de l'importation des soies asiatiques. Mais, depuis trente ans, l'industrie de la soierie s'est développée d'une façon continue aux États-Unis, et ce pays consomme aujourd'hui les trois quarts de la production mondiale de la soie.

Lyon n'est plus maintenant que le premier marché d'Europe.

Les marchands de soie lyonnais n'exercent pas leur activité d'une façon uniforme ; les uns se spécialisent dans l'importation des soies asiatiques, les autres dans les affaires de soies d'Europe ou du Levant ; certains dans la vente des soies grèges, d'autres dans la vente des soies ouvrées. Les Maisons les plus importantes combinent ces différentes branches ; plusieurs exploitent des filatures et des moulinages en France et à l'étranger. Sur 4.072 bassines fileuses en activité dans les filatures françaises, 1.500 environ sont exploitées par des marchands de soie lyonnais.

Aux affaires de soie proprement dites, certains marchands de soie ont adjoint le commerce des cocons, notamment du Levant, qu'ils vendent aux filateurs d'Europe et la représentation de fabriques de textiles divers : coton, laine, soie artificielle. Quelques-uns font en outre des affaires de banque et d'importation et d'exportation générales.

Les marchands de soie lyonnais ont des agences ou des correspondants dans toutes les parties du monde :

1° *Pour l'achat*, dans les pays où la soie est filée, pays d'ancienne civilisation pour la plupart : France, Italie, Espagne, Hongrie, Turquie, Levant, Indes, Chine, Japon, etc. ;

2° *Pour la vente*, dans les pays où le fil de soie est tissé pour en faire des étoffes : France, États-Unis, Angleterre, Suisse, Italie, Allemagne, Espagne Afrique du Nord, etc.

Les affaires des marchands de soie lyonnais ont ainsi un caractère mondial dont les statistiques locales ne peuvent donner qu'une idée imparfaite. Par exemple, une partie importante de l'activité de la Condition de Milan est due aux opérations des maisons lyonnaises qui ont des établissements en Italie près des grands centres de production soyeuse, et aussi aux achats que les Lyonnais font aux filateurs italiens et qu'ils expédient directement du marché d'origine sur les marchés étrangers de consommation, notamment aux États-Unis.

Par ce qui précède, on conçoit qu'il soit impossible d'évaluer le chiffre d'affaires annuel, d'ailleurs variable, de l'ensemble des marchands de soie lyonnais, mais on devine sa très grande importance lorsqu'on réfléchit que le kilog. de soie oscille depuis deux ans, entre 250 et 400 francs, et qu'à *Lyon seul*, pendant l'année 1924, il a été conditionné 5.836.872 kilogs représentant une valeur approximative d'un milliard sept cent millions de francs.

L'organisation financière des marchands de soie doit être d'autant plus solide qu'ils vendent à crédit aux consommateurs et doivent souvent, en même temps, faire des avances d'argent aux producteurs. Étant donné le caractère international de leurs affaires et les chiffres élevés qu'elles représentent à cause de la valeur de la soie, l'instabilité du change est pour eux une cause de souci constante et une entrave sérieuse.

Mais toutes ces difficultés sont résolues avec autorité et le commerce de la soie garde à Lyon une influence de premier ordre.

Si Lyon partage avec d'autres marchés la suprématie pour l'achat et la vente de la soie naturelle, il n'en est pas ainsi pour la création des tissus de soie. Lyon est plus que jamais, dans ce domaine, le grand centre créateur dont les conceptions animent tous les autres centres de production, y compris les États-Unis, bien que ce pays soit devenu le premier en valeur quantitative. La suprématie de Lyon date du quinzième siècle et ne s'est jamais affirmée avec autant de vigueur que dans la période contemporaine.

L'art de tisser les fils de soie, né en Chine, ne

Digitized by Google

s'est implanté en Europe qu'au cours des XIIIe et XIVe siècles. C'est par lettres patentes du 23 novembre 1466, que Louis XI ordonna l'installation d'une fabrique de soieries à Lyon. Cette date marque l'origine de l'industrie lyonnaise des tissus de soie qui s'est maintenue en état de prospérité à peu près continu, malgré les multiples bouleversements sociaux qui ont traversé sa longue carrière. Toutefois, l'influence des artistes du Grand Siècle a été particulièrement heureuse pour elle.

Sous le règne de Louis XIV, Le Brun fonda une école de dessinateurs qui sut créer, pour l'ameublement et le vêtement, des étoffes somptueuses et d'un goût parfait. Dès lors, les tissus de Lyon purent rivaliser et supplanter les soieries italiennes.

Philippe de La Salle, dessinateur de génie, apporta ensuite le précieux concours d'un art qu'il sut merveilleusement adapter aux tissus d'ameublement. Ses créations, dont le Musée des Tissus, de Lyon, est particulièrement riche en spécimens, sont toujours considérées comme des modèles du genre.

Après quelques vicissitudes causées par la Révolution française, et sous l'impulsion de Napoléon Ier qui passa de nombreuses commandes pour le mobilier des palais nationaux, l'essor de la Fabrique reprit avec élan et fut considérablement aidé par l'invention de Jacquard. Vers 1824, on comptait à Lyon ou dans l'hinterland, 10.000 métiers à tisser la soie; en 1832, 42.000; en 1840, 57.500; en 1847, 66.000; en 1861, 114.000.

La loi inéluctable du progrès vint alors atteindre le vieil instrument de travail du tissutier lyonnais et le métier mécanique fit son apparition. Dès 1856, on comptait déjà 5 à 6.000 métiers mécaniques sur 120.000 qui travaillaient pour la fabrique lyonnaise. Ce nombre passe à 18.900 en 1880, à 25.000 en 1894, à 30.000 en 1900, à 41.000 en 1914. Il était de 45.454 en 1924. Le déclin des métiers à bras s'accentuait parallèlement : de 120.000 en 1856, il est passé à 17.270 en 1914 et à 5.413 en 1924.

L'atelier de famille, qui donna si longtemps au quartier légendaire de la Croix-Rousse, à Lyon, une physionomie spéciale, tendait ainsi à disparaître. Mais, sous l'influence de la fée électricité, il se reforme et le nombre de métiers mécaniques installés à domicile, sur l'antique colline, atteint déjà le chiffre de 4.000 et grandit sans cesse.

Néanmoins, ce n'est plus à Lyon que se tissent la plupart des étoffes qui font sa renommée. L'industrie du tissage s'étend maintenant sur douze départements du sud-est de la France. Mais ce qui importe en la matière, ce n'est pas le tissage de l'étoffe, opération matérielle, c'est l'idée qui préside à sa création, ce sont les services techniques qui la conçoivent, c'est l'organisation commerciale qui en règle la distribution. Or, Lyon est toujours le cerveau qui commande les nombreux organismes s'enchaînant depuis la conception du tissu jusqu'à sa mise au point technique et pratique.

C'est à Lyon qu'à l'aide de collections soigneusement constituées à travers les âges ou que, grâce aux idées fournies par le merveilleux laboratoire de la grande couture de Paris, s'élaborent les tissus de tous genres dont l'aspect, le toucher, le coloris correspondent à la mode du jour et souvent la suscitent.

C'est à Lyon que résident dessinateurs et chefs de fabrication, phalange admirable de collaborateurs qui sont les héritiers d'un atavisme séculaire et qui sont solidement préparés aujourd'hui à leur tâche créatrice par un enseignement hors pair.

C'est à Lyon que metteurs en carte, liseurs de dessins, monteurs de métiers, travaillent à la préparation délicate et complexe des tissus de luxe que créent sans arrêt les fabricants de hautes nouveautés.

C'est à Lyon que se fait l'échantillonnage, œuvre de patience et de longues retouches, réalisée par le corps incomparable des immortels canuts.

C'est à Lyon enfin que, grâce aux industries de la teinture, de l'apprêt, de l'impression, du moirage, du gaufrage, qui y sont concentrées et qui agissent en collaboration constante avec la Fabrique, s'étudie la mise au point définitive des tissus quant à leur toucher et celle des coloris qui, chaque saison, attirent et stimulent le goût des acheteurs.

Ajoutez à cette pléiade déjà nombreuse d'industriels et de collaborateurs de tous ordres la contribution qu'apportent les professions adjacentes de la tréfilerie et de la guimperie, lesquelles préparent les fils d'or et d'argent tant employés à l'heure actuelle et celles de la broderie, des applications sur tissus, lesquelles découvrent sans relâche des ornementations nouvelles et vous comprendrez pourquoi Lyon est le point vital de la fabrication du tissu de soie.

Il l'est encore par son organisation commerciale.

Une des grandes forces de cette ville est d'avoir une base de crédit et une organisation internationale de vente également solides. Chacun sait que le crédit est par-dessus tout affaire de réputation. Or, la réputation de Lyon est si bien établie que banquiers, marchands de soie, fabricants, commissionnaires et négociants forment un tout étroitement solidaire qui garantit cette place contre les soubresauts économiques.

Quant à la vente de l'étoffe, elle est supérieurement organisée; tant à Paris qu'à Lyon, fabricants et négociants rivalisent d'activité sur le marché

Digitized by Google

national et sur les marchés internationaux. Ils ont installé dans les grands centres mondiaux des comptoirs ou des agents. Ils recueillent avec un égal souci les informations aujourd'hui abondamment données par nos organismes officiels d'expansion ; attachés commerciaux et Office National du Commerce extérieur.

Aussi, la Fabrique Lyonnaise et le commerce des tissus de soie sont-ils aujourd'hui le plus important organe d'expansion française à l'extérieur.

Les chiffres exprimés en francs-or, de production et d'exportation l'attestent nettement :

	Production	Exportation
1913	457.000.000 francs-or	429.000.000 francs-or
1920	841.000.000 —	706.000.000 —
1923	821.000.000 —	633.000.000 —
1924	866.000.000 —	806.000.000 —

Les poids accusent une progression analogue que 1925 confirme pleinement. C'est ainsi que le referendum syndical organisé chaque année vient d'accuser une valeur de production qui dépasse quatre milliards de francs papier.

Lyon n'est pas cependant l'unique employeur du fil de soie.

La fabrication du ruban et des tissus élastiques, dont Saint-Étienne est le centre, est importante (467.000.000 de francs en 1924). L'industrie des lacets, à Saint-Chamond, celles des tulles et dentelles soie, à Saint-Quentin, Caudry, Calais, de l'ameublement, à Roubaix-Tourcoing ; de la bonneterie, à Troyes, tiennent une place digne de remarque dans la production et l'expansion de notre pays.

Mais je suis obligé de me borner et d'indiquer seulement au passage ces foyers d'activité.

Producteurs et négociants de ces ruches diverses sont d'ailleurs en relations cordiales. Les uns et les autres ont eu le mérite de se rendre compte un jour que, malgré des intérêts parfois contradictoires, leur prospérité commune dépendait, pour une large part, de leur bonne entente. Ils se sont donc rapprochés, ont décidé d'arbitrer amiablement les difficultés susceptibles de naître entre eux et de s'unir pour la protection de leurs intérêts solidaires.

La Fédération de la Soie a un peu plus de deux ans d'existence. Elle réunit 58 syndicats. Son unité morale est parfaite. Aussi, voyant cette force, dont je suis avec passion l'épanouissement, je me prends parfois à songer à quelle puissance atteindraient la production et le commerce français s'ils voulaient s'assembler par industries et commerces dérivant de la même matière première !

Je m'arrête et m'excuse de m'être laissé entraîner à d'aussi longs développements. Cela est dû peut-être à l'influence qu'ont exercée sur moi la ténacité et l'élasticité du fil de soie. Le précieux textile possède, en effet, un pouvoir magique. Son emploi coïncide, dans la plupart des pays, avec l'amélioration de l'état social. Les progrès de sa vulgarisation sont ainsi comme une sorte de baromètre de l'humanité.

Je souhaite donc que toutes les nations voient s'étendre chez elles l'usage de la soie, car ce sera l'indice qu'elles sont prospères et qu'elles ont l'esprit tourné vers les arts et vers la Paix.

Étienne FOUGÈRE,
Président de la Fédération de la Soie.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Les Nébuleuses spirales et la Structure de l'Espace. — 1. Il y a quelques années, les distances prises en considération par l'Astronomie dans le monde stellaire étaient si petites, qu'il n'était nullement besoin de songer à admettre une structure spatiale différente de celle de l'Espace Euclidien. Dans notre petit système solaire surtout, tous les phénomènes se déroulent conformément aux hypothèses prises comme points de départ, la loi de gravitation de Newton et l'Espace Euclidien.

M. Carl Wirtz expose dans « *Scientia* », (novembre 1925) les modifications que l'étude des objets astronomiques les plus éloignés de nous, tels que les nébuleuses spirales, oblige à apporter à la conception ancienne de l'espace.

2. On peut se faire une idée exacte de la densité extrêmement faible de la matière amoncelée sous forme d'étoiles, en comparant les étoiles fixes, corps célestes de la grandeur approximative de notre soleil, à des grains de sable placés à des distances réciproques de 100 km. ; cette comparaison nous permet de nous représenter le *Vide de l'Espace*. La limite définie du monde stellaire se trouve à une distance de 30.000 années-lumière. Au-delà de cette limite, en dehors du système stellaire dont nous faisons partie, existent encore les amas globulaires et les nébuleuses spirales.

3. Tout notre système stellaire, le système de la Voie Lactée, se déplace avec une vitesse considérable de 700 km./sec. vers les nébuleuses spirales. On en a conclu que le système de la Voie Lactée et les nébuleuses spirales sont des systèmes coordonnés, c'est-à-dire que les nébuleuses spirales sont des systèmes stellaires lointoins, analogues à celui de la Voie Lactée et que notre Voie Lactée, vue des nébuleuses spirales, apparaît à son tour comme une nébuleuse spirale.

Les observations spectroscopiques ont amené à conclure

Digitized by Google

que la distance entre notre système stellaire et les nébuleuses spirales est d'au moins 80.000 années-lumière. D'autres observations ont fourni des valeurs beaucoup plus grandes. Des « étoiles nouvelles » sont apparues dans quelques nébuleuses spirales : si l'on suppose que ces *nevæ* sont semblables aux *novæ* de notre Voie Lactée, autrement dit, si on suppose leur luminosité absolue maxima égale à celle des étoiles de notre système, on trouve que la distance minima qui nous sépare de la nébuleuse spirale la plus rapprochée de nous est de 600.000 années-lumière environ.

4. La lumière des nébuleuses spirales qui a parcouru les distances prodigieuses que nous venons d'indiquer porte-t-elle en elle les traces d'une structure spatiale qui ne répond pas à l'idée que nous nous faisons généralement de la structure de l'espace infini euclidien ?

Il existe une forme de l'Espace dans laquelle les phénomènes que nous avons observés dans les mouvements des nébuleuses spirales se produisent exactement de la même façon, c'est l'Espace Absolu décrit dans la Cosmologie de l'astronome hollandais W. de Sitter. Le Monde de de Sitter est un continu à quatre dimensions composé de l'Espace et du Temps imaginaire et formant la surface d'une sphère à cinq dimensions.

Sans insister sur cette théorie, assez difficile à comprendre, signalons-en quelques conséquences mises en évidence par de Sitter.

Au fur et à mesure qu'on s'écarte de l'origine des coordonnées, les phénomènes naturels, les horloges naturelles, se ralentissent de plus en plus. Les oscillations des atomes deviennent de plus en plus lentes. L'accroissement de la durée des oscillations des atomes peut être constatée en observant les raies des spectres fournis par les sources lumineuses éloignées qui sont en repos dans le système de coordonnées choisi : ces raies doivent être déplacées vers le rouge.

Un corpuscule existant dans l'espace vide est lancé du point zéro avec une accélération qui croît avec la distance. Dans le Cosmos de de Sitter, il existe donc deux causes provoquant la déviation des raies du spectre vers le rouge : d'abord la dispersion générale de la matière vers l'horizon de la masse et ensuite le ralentissement du temps qui se produit pour des objets éloignés, même en repos relativement à l'origine des coordonnées.

Est-il possible de constater un ralentissement des phénomènes naturels se déroulant à de grande distances ? S'il existe, on doit constater non seulement un déplacement des raies du spectre vers le rouge, mais encore, ce déplacement devra augmenter avec l'éloignement. Ces faits doivent se manifester dans les observations de la manière suivante : les mouvements radiaux (mouvements de Doppler) des nébuleuses spirales à diamètre apparent décroissant doivent tendre vers des valeurs positives de plus en plus grandes.

On peut déduire aussi le rayon de courbure du Cosmos Temps-Espace de de Sitter des phénomènes qui se déroulent dans les nébuleuses spirales. Ce rayon de courbure n'est pas considérable, puisqu'il n'est que de l'ordre de 100 millions d'années-lumière. Et dans le cours continuel du Temps, nous ne revenons jamais au point de départ du Temps. L'Histoire ne se renouvelle pas.

5. On peut mesurer photométriquement l'éclat surfacique des nébuleuses spirales. Cet éclat devrait être indépendant de la distance si l'espace était sans absorption, c'est-à-dire optiquement vide ; dans cette hypothèse, il ne devrait y avoir aucune relation entre l'éclat surfacique des nébuleuses spirales et leur diamètre apparent. On possède depuis quelque temps les résultats des mesures photométriques relatives à l'éclat surfacique de plus de 500 nébuleuses spirales. On constate, en soumettant la totalité des mesures au calcul statistique, qu'il existe une faible dépendance entre l'éclat surfacique et le diamètre apparent, l'éclat surfacique diminue légèrement lorsque la nébuleuse s'éloigne de nous. Ainsi l'espace ne peut-il être considéré comme optiquement vide.

A. Bc.

Physique

La spectroscopie de l'infra-rouge. — A l'occasion de la célébration du centenaire de l'Institut Franklin en 1924, A. Trowbridge a donné un compte-rendu de l'état présent de nos connaissances sur la région infra-rouge du spectre.

La région infra-rouge est relativement très étendue. Si, en effet, comme on en a coutume en musique, on considère, au lieu des longueurs d'onde, les fréquences de vibration, on trouve que le spectre visible occupe une octave, l'ultra-violet environ deux, tandis que dans l'infra-rouge on connaît déjà cinq octaves par le détail et que sur soixante-dix autres existent encore des observations dispersées.

Les premières études sur l'infra-rouge sont celles de Melloni qui, en 1833, a cherché à comparer ces radiations aux radiations visibles, du point de vue réflexion, réfraction, polarisation etc. Puis Moulton, en 1879, fit dans l'infra-rouge la première mesure de longueur d'onde par interférence. Dix ans plus tard, Rubens reprenait cette méthode à propos de la dispersion. En 1884, Langley se servait pour la première fois d'un réseau de diffraction pour déterminer la longueur d'onde.

A la fin du siècle dernier on a exécuté dans l'infra-rouge de nombreuses recherches sur les séries de raies. Dans le cas des alcalins, des alcalino-terreux et du fer, Lehman parvint à la longueur d'onde 9000 Å. E.-P. Lewis recula cette limite jusqu'à 11512 Å et découvrit treize raies de divers éléments. En 1904, F.-A. Saunders, dans un mémoire sur le caesium, montrait l'existence d'une nouvelle série de cet élément, comportant des raies dans l'infra-rouge. Cette série que Bergmann, en 1907, devait étendre jusqu'à 15000 Å, est d'une grande importance théorique. Ce n'est que dans le cas des alcalins qu'elle intéresse l'infra-rouge. Elle a fourni de nouvelles relations dans les séries spectrales des éléments chimiques.

On s'est également préoccupé, dans l'infra-rouge, de l'examen des spectres de bandes. D'une façon générale, on considère que les spectres de bandes ont plutôt leur origine dans la molécule que dans l'atome. Avec un pouvoir séparateur suffisant, une bande se résout en raies dont la distribution semble plus régulière que celle qu'on observe dans les séries de raies atomiques. Il y a d'autres différences significatives. Par exemple, tandis que dans ces dernières séries, la tête se trouve toujours à l'extrémité ultra-violette, la limite vers laquelle tendent les raies d'une bande se trouve d'un côté ou de l'autre, et en fait plus souvent du côté infra que du côté ultra. Généralement, dans une bande, il y a plusieurs groupes de bandes dont les raies individuelles augmentent d'intensité à mesure qu'on s'approche de l'arête du groupe.

Si, avec les idées actuellement en cours, l'étude théo-

Digitized by Google

rique de la structure des bandes semble plus simple dans l'infra-rouge que dans les autres régions du spectre, par contre les difficultés expérimentales y sont plus grandes et l'exactitude des mesures beaucoup moindre.

On possède déjà des données sur l'absorption de quelques gaz dans l'infra-rouge. Pour l'acide chlorhydrique, la bande au voisinage de 17500 Å montre, sous pouvoir séparateur élevé le dédoublement de ses raies. C'est ce que la théorie laisse prévoir dans le cas du chlore puisque, d'après l'analyse par rayons positifs, cet élément est constitué de deux isotopes de masses atomiques respectives 35 et 37. Pour l'écart du doublet, Imes a trouvé une valeur expérimentale de 14 Å, avec une erreur probable d'une unité Å, alors que le calcul donne 13,54 Å. La concordance est donc étroite; elle a encore le grand intérêt de suggérer la possibilité d'un contrôle pour les résultats de l'analyse par rayons positifs. S. V.

Statistique

L'impôt sur les automobiles en France. — Il est instructif de jeter les yeux sur une statistique du produit de l'impôt sur les automobiles depuis 25 ans.

Si l'on construit un graphique des produits annuels on constate que leur importance croît avec une vitesse vertigineuse. Cela tient évidemment à l'augmentation du nombre de ces véhicules et il faut se garder de penser

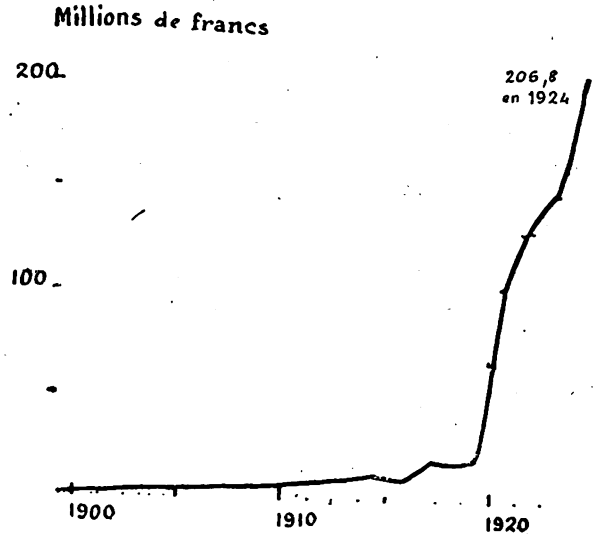


Fig. 172.

que le fisc a l'intention d'étrangler le développement de ce puissant auxiliaire de notre productivité nationale; lui-même produit d'une industrie bien française.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Les gaz dans les fontes au charbon de bois et les fontes au coke. — Récemment E. Jominy de l'université de Michigan a présenté un rapport comparatif des propriétés de la fonte au charbon de bois et de la fonte au coke. Ce rapport indique que la valeur moyenne de la dureté de Brinell, la résistance et la flexion de la fonte au charbon de bois sont bien supérieures aux mêmes propriétés de la fonte fabriquée avec le coke et ayant la même composition chimique. Ces différences demeurent quand on soumet les fontes à une nouvelle fusion. Il y a déjà longtemps que l'on attribue ces différences à la teneur en oxygène variable de ces métaux. Le bureau des Standards fait actuellement des dosages de l'oxygène dans ces fontes pour voir si c'est cet élément qui provoque ces différences dans les propriétés mécaniques. (*Iron Age*, 18-12-24.) E. P.

Agriculture

Appareils de culture à main. — Il y a peu de temps on a mis entre les mains des agriculteurs des appareils d'un genre très nouveau qui sont à rapprocher des petits appareils à bras bien connus il y a vingt ans comme les outils Pilter-Planet. Ces derniers étaient poussés par le travailleur, tandis que ceux qui sont proposés à présent sont tirés. Mais ce qui fait l'originalité de ces nouvelles petites machines appelées Rétro-force, c'est le mode imprévu de propulsion appliqué.

Pour les faire avancer l'ouvrier agit par son poids, marchant à reculons. C'est évidemment une idée singulière qui surprend et l'on a tendance à être sceptique sur les avantages de son application. C'est d'ailleurs la raison qui m'a fait regarder ces appareils de plus près.

Au salon de la machine agricole, le constructeur avait disposé sur diverses machines des dynamomètres qui permettaient de se rendre compte des efforts mis en jeu comparativement, en poussant et en tirant ces petits appareils de culture à bras. Or, il était aisé de constater ceci : avec un appareil que l'on pousse devant soi on a beaucoup de peine à produire un effort soutenu même faible, et il est réellement difficile de donner des efforts momentanés de 25 kilogs.

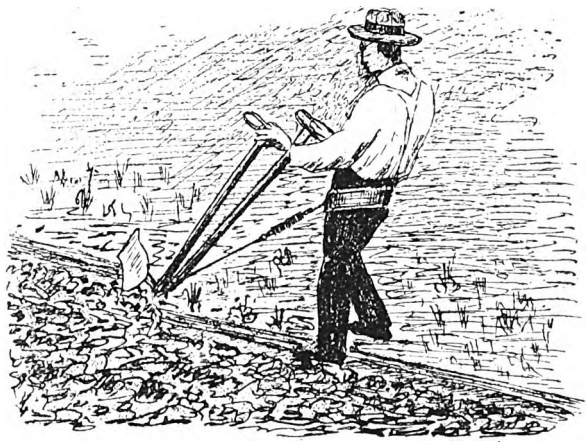


Fig 173. — Labour exécuté à l'aide de l'appareil rétro-force. On voit la ceinture spéciale et la chaîne de traction sur laquelle est placé le ressort amortisseur.

Au contraire avec l'appareil dit Retro-force où l'on agit en se laissant aller à la renverse, on est surpris de produire sans fatigue des efforts soutenus et répétés à chaque pas, qui atteignent 30 kilogrammes.

C'est la remarque de cette particularité qui a dirigé le constructeur dans la voie où il est entré.

Dans les grandes lignes une machine rétro-force est constituée par des pièces travaillantes ancrant l'instrument dans le sol, par deux mancherons, enfin, l'essentiel du système, par une chaîne de traction munie d'un

Digitized by Google

ressort amortisseur que l'on fixe à une ceinture que l'ouvrier porte au niveau du bassin (fig. 173).

Pour faire avancer l'appareil l'ouvrier tient des deux mains les mancherons et il se laisse tomber en arrière. Dans ce mouvement le ressort s'allonge puis par la chaîne de tirage il rappelle toute la machine, les pièces travaillantes avancent d'un pas en remuant la terre comme une petite charrue. Il y a d'ailleurs une petite charrue qui peut s'adapter à cet appareil, et laboure à 9 centimètres de profondeur. Mais l'outil est précieux surtout pour les binages et il est utilisé aussi pour l'arrachage de l'arachide. Un modèle est construit spécialement pour les colonies.

Enfin sur le même principe est construit un petit rouleau destiné aux petites cultures maraîchères.

Cet ensemble d'appareils est certainement appelé à un grand avenir.

Voici pour fixer les idées les principaux résultats obtenus lors des essais effectués à la station d'essais de machines du Ministère de l'Agriculture.

Efforts au crochet de traction pour des inclinaisons diverses de l'homme chargé de manœuvrer l'instrument : homme de 65 kilogs,

inclinaison	89°0	traction sur la machine	5 kilogs.
—	86°8		10 —
—	82°0		20 —
—	79°3		25 —
—	75°0		35 —
—	73°0		40 —

Avec la charrue spéciale munie de versoirs travaillant à 9,2 centimètres, sur 15,5 centimètres de largeur, la vitesse d'avancement observée a été 1 km. 152 à l'heure et la surface de terrain travaillée a été 111 m² à l'heure.

Pour les binages, sarclages, etc., cet instrument présente les avantages qui découlent de la marche à reculons, sur la partie non encore travaillée du sol, ainsi le travail d'ameublissement n'est pas altéré par le passage du travailleur.

L'avantage principal de ces appareils est de permettre à un ouvrier d'effectuer avec beaucoup moins de fatigue et beaucoup plus rapidement qu'à la main les principaux travaux de jardinage, et même un certain nombre de travaux de grande culture, dans la petite propriété.

Laurent Rigotard,
Ingénieur-Agronome.

NOUVELLES

Académie des sciences. — M. Fernand Widal est réélu Membre de la Commission supérieure des maladies professionnelles.

Office national industriel de l'azote. — M. Guérin, directeur de la comptabilité publique, est nommé membre du Conseil d'administration de l'Office national industriel de l'azote, en remplacement de M. Barnaud, inspecteur des finances, démissionnaire.

Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — La radiotélégraphie a fait dans ces dernières années des progrès considérables. La guerre avait déjà mis en train un très grand nombre d'applications : devant les nécessités de l'heure chacun avait fait un grand effort et des moyens inaccoutumés étant mis à la disposition des chercheurs, la moisson fut remarquable.

Les tubes électroniques, d'abord appliqués à la réception, augmentèrent les portées dans des proportions invraisemblables ; bientôt ils furent utilisés pour la génération de la haute fréquence et aussitôt les émissions entretenues se multiplièrent, remplaçant petit à petit les amorties et augmentant énormément le nombre des communications simultanées possibles. Ils permettaient en même temps de réaliser la radiotéléphonie dont le succès fut prodigieux.

En même temps s'éparpillaient sur le globe des stations de plus en plus importantes dont la puissance atteint plusieurs centaines de kilowatts.

Des appareils permettent de déterminer dans quelle direction viennent les ondes reçues ; ils sont employés aujourd'hui d'une façon courante pour la détermination de la position des navires et des avions. D'autres sont disposés pour recevoir des commandes mécaniques ; des bateaux et des avions peuvent être dirigés à distance par T. S. F.

La facilité avec laquelle on peut construire des émetteurs avec les tubes électroniques a suscité un nombre considérable de véritables vocations et les amateurs se comptent actuellement par dizaines de mille qui, chaque soir, entrent en conversation avec de lointains correspondants. Cent watts leur suffisent souvent pour atteindre les antipodes.

La radioélectricité a donc envahi avec une vitesse étonnante un vaste champ se mêlant de jour en jour plus intimement à la vie publique. La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, soucieuse de faire connaître tous les progrès récents qui sont de nature à intéresser les techniciens, a pensé qu'il convenait d'attirer l'attention du public cultivé sur les immenses services que rend la T. S. F. Grâce au concours bénévole des spécialistes français les plus qualifiés, elle a organisé un cycle de conférences sur les progrès récents de la télégraphie et de la téléphonie sans fil. Ces conférences, au nombre de cinq, seront publiques ; elles seront données les 1er, 8, 15, 20 et 29 mai, à 17 h., dans l'hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, Paris (6e).

Ordre des Conférences :

Samedi 1er mai : *Etat actuel de la technique des courants de haute fréquence* (production, mesures, détection, amplification), par M. R. Jouaust, sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité (projections).

Samedi 8 mai : *Applications pratiques de la télégraphie sans fil* (postes fixes et mobiles, réseaux nationaux et internationaux, radiogoniométrie, télémécanique), par René Mesny, professeur d'Hydrographie de la Marine (projections).

Samedi 15 mai : *Applications pratiques de la téléphonie sans fil* (diffusion, postes fixes et postes mobiles, navires, avions, chemins de fer, téléphonie hertzienne sans fil), par le Commandant Jullien.

Jeudi 20 mai : *L'industrie de la radioélectricité, son importance, son évolution, ses besoins, son avenir*, par M. Paul Brenot directeur de la Compagnie générale de T. S. F., vice-président du Syndicat professionnel des Industries radioélectrique, (projections).

Samedi 29 mai : *Applications diverses de la technique de la haute fréquence*, par M. le Général Ferrié, membre de l'Institut, Inspecteur général de la Télégraphie militaire, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.

En outre, une autre Conférence est prévue pour le samedi 12 juin, à 17 heures :

Nouveau procédé de préparation du fluor, par M. P. Lebeau, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris (présentation d'appareils et expériences).

Manufactures de l'État. — M. Desmaroux, ingénieur en

Digitized by Google

chef de 2e classe au service central des constructions et des appareils mécaniques, est nommé Inspecteur général des Manufactures de l'État en remplacement de M. Magnien, mis en disponibilité sur sa demande.

École d'application du service de Santé des troupes coloniales. — La chaire de clinique interne et maladies exotiques est déclarée vacante.

Il sera procédé à la nomination du nouveau titulaire de cette chaire dans les conditions prévues par l'instruction du 15 juin 1909, modifiée le 3 décembre 1923.

Les demandes des candidats, revêtues de l'avis motivé de leurs chefs hiérarchiques, devront parvenir au ministère de la Guerre (direction des troupes coloniales, 3e bureau), le 1er septembre 1926 au plus tard. (*J. O.*)

Commission supérieure consultative d'hygiène et d'épidémiologie militaires. — Sont désignés comme membres de la commission, MM. le professeur Pinard en remplacement de M. Claussat, décédé; le professeur Besançon, en remplacement de M. le professeur Laveran. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — L'Université vient de créer un Institut d'Ethnologie qui a son siège à l'Institut de Géographie, 191 rue Saint-Jacques. Cette création a pu être effectuée grâce aux libéralités des gouvernements coloniaux. Le but du nouvel Institut est de former des ethnologistes, de publier les travaux d'ethnologie qui par leur étendue ne peuvent trouver place dans les périodiques et d'envoyer des missions d'études ethnographiques. L'Institut d'Ethnologie publiera un Bulletin périodique.

— Le Recteur de l'Académie, M. Paul Lapie, vient d'adresser aux Inspecteurs d'Académie et aux chefs de tous les établissements d'enseignement de son ressort la circulaire suivante :

Plusieurs chefs d'établissements m'ont demandé l'autorisation d'organiser des collectes, fêtes ou tombolas dont le produit serait versé au Comité national chargé de recevoir les contributions volontaires.

Il va de soi que toutes les initiatives qui seront prises en ce sens doivent être non seulement autorisées, mais encouragées. Avant même que le gouvernement ait constitué le Comité national, un mouvement spontané s'était produit dans plusieurs de nos établissements en faveur d'une souscription dont le produit aurait servi au rachat de titres de la dette flottante. Ce mouvement généreux doit maintenant s'orienter dans la direction qui a été fixée par le gouvernement.

Je suis convaincu que la jeunesse française qui, pendant la guerre, a si largement contribué à toutes les manifestations de solidarité nationale, participera du même cœur à notre relèvement financier et que tous les établissements de l'Académie de Paris, depuis les plus petites Écoles jusqu'aux Facultés, tiendront à honneur de s'inscrire sur les listes du Comité national.

M. Paul Lapie s'est inscrit personnellement pour une somme de 1.000 francs.

École de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Nantes. — Un concours s'ouvrira le 8 novembre 1926 devant la Faculté de Médecine de Paris pour l'emploi de suppléant de pathologie et de clinique médicale à l'École de plein exercice de Nantes.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours (*J. O.*).

École nationale supérieure de céramique de Sèvres. — Un concours sera ouvert le lundi 19 juillet 1926 à l'École de céramique de Sèvres, pour l'admission de sept élèves de nationalité française et trois élèves de nationalité étrangère.

Les épreuves auront lieu à l'École et commenceront le jour d'ouverture du concours, à huit heures.

Pour être admis à concourir, les candidats doivent être nés avant le 1er juillet 1909.

La demande d'inscription devra être adressée à la direction de l'Ecole de céramique de Sèvres avant le 1er juillet 1926, terme de rigueur.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à la direction de l'Ecole, Manufacture nationale de Sèvres, à Sèvres (Seine-et-Oise).

École nationale des mines de Saint-Étienne. — Les anciens élèves de l'Ecole Polytechnique (Français et étrangers internes), désirant entrer, en octobre 1926, comme élèves titulaires, à l'Ecole nationale des Mines de Saint-Étienne, devront adresser leur demande d'admission au directeur de cette école, avant le 1er juillet 1926. A cette demande devra être joint le bulletin de sortie de l'Ecole Polytechnique faisant connaître le rang de sortie de l'élève et sa moyenne générale.

Le nombre des admissions à prononcer sera de cinq au maximum.

Enseignement public de l'Agriculture. — L'enseignement public de l'Agriculture est ainsi modifié par décret du 21 avril :

« La durée des études dans les sections d'application, exigée par la loi du 2 août 1918 (art. 4) pour les candidats au professorat d'agriculture, compte dans le stage effectif de deux années, prévu pour ces mêmes candidats par l'article 3 de la loi du 21 août 1912 ; pour le surplus, ce stage sera effectué dans des exploitations agricoles agréées par le ministre de l'Agriculture.

« Les professeurs d'école d'agriculture admis au professorat d'agriculture, qui, en vertu de l'article 3 de la loi du 9 août 1921, constituent un cadre unique avec les professeurs d'agriculture, peuvent, outre leurs attributions ordinaires, être chargés accessoirement d'une des missions spéciales définies à l'article 42 du décret du 23 juin 1920, portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 2 août 1918, et, notamment, des fonctions de professeur spécialiste.

« La circonscription dans laquelle ils seraient appelés à exercer ces dernières fonctions est déterminée par arrêté du ministre de l'Agriculture, ainsi que la spécialité dont l'enseignement leur serait confié.

« Les professeurs d'agriculture, d'horticulture et spécialistes, dont les attributions sont fixées par l'article 6 du règlement d'administration publique du 12 juin 1913, pris pour l'exécution de la loi du 21 août 1912, peuvent également, outre leurs attributions ordinaires et si les besoins du service l'exigent, être chargés d'enseignement dans une école d'agriculture, par un arrêté du ministre de l'Agriculture, qui fixerait les conditions dans lesquelles ils auraient à accomplir cette mission. (*J. O.*) » L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 *avril* 1926

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Miécislas Biernacki* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur un théorème de M. Denjoy.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier.* — **Déformation des surfaces tétraédrales, avec conservation d'un réseau conjugué et rigidité d'une asymptotique.**

ARITHMÉTIQUE. — *Paul Appell.* — **Sur la nature arithmétique de la constante d'Euler.**

POUSSÉE DES TERRES. — *R. Baticle* (transm. par

Digitized by Google

M. J. Boussinesq). — **Sur une solution du problème du mur soutenant un massif pulvérulent.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Turpain et Bony de Lavergne* (prés. par M. Perrin). — **Expérience sur l'effet Magnus.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ernest Esclangon* (prés. par M. Deslandres). — **Sur la dyssimétrie mécanique et optique de l'espace en rapport avec le mouvement absolu de la Terre.**

Dyssimétrie mécanique. — L'auteur a recherché si un fort mouvement absolu de la Terre, en dehors de son mouvement orbital, peut engendrer des déviations de la verticale, qui, en raison de la rotation terrestre, auraient ainsi comme période le jour sidéral. La discussion du problème est appuyée par des formules et une figure.

Dissymétries optiques. — Les observations méridiennes d'étoiles directes et réfléchies révèlent des différences sensibles entre les angles d'incidence et de réflexion.

Les observations d'occultations d'étoiles par la Lune mettent en évidence, par rapport aux éphémérides de cet astres des écarts périodiques qui pourraient s'expliquer par les erreurs systématiques moyennes dont sont affectées les positions apparentes des étoiles de comparaison fournies par les catalogues et provenant d'observations méridiennes non corrigées de l'effet de translation de la Terre.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Contribution à la théorie de l'arc chantant musical.**

L'auteur détermine par des équations l'amplitude des oscillations, en faisant intervenir la courbure de la caractéristique autour de laquelle se fait l'oscillation, et la capacité calorifique des électrodes.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *M. A. Dauvillier* (prés. par M. de Broglie). — **Sur la nature des rayons X mous.**

Il paraît établi d'après ces nouvelles recherches que dans les expériences de M. Holweck, aussi bien que dans les premières mesures effectuées par l'auteur, la source de rayonnement était autant la fenêtre transparente de celluloïd que l'anode du tungstène elle-même ; que l'anomalie à 280 volts correspond à l'émission des rayons K du carbone ; que le véritable rayonnement du tungstène ne pourra être définitivement étudié que grâce à un dispositif magnétique ou électrostatique protecteur ; que les éléments solides légers, tout au moins, émettent des rayons caractéristiques intenses lorsqu'ils sont bombardés par des électrons et que les rayons X mous étudiés jusqu'à ce jour en sont principalement constitués (rayons L et K de C, N et O du celluloïd) dans la proportion précédemment indiquée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur la nitruration des aciers ordinaires et spéciaux.**

Le nouveau procédé de durcissement de l'acier par nitruration présente un intérêt remarquable ; mais il s'applique seulement à quelques aciers spéciaux et parmi les corps déjà étudiés on peut citer le chrome, le silicium, le molybdène et l'aluminium comme susceptibles d'acquérir une grande augmentation de dureté superficielle. Cette dureté est obtenue avec des aciers contenant un ou plusieurs éléments qui diminuent la diffusion de l'azote, très rapides dans les aciers ordinaires, et cela par suite de formation d'un azoture de fer et des éléments volontairement ajoutés.

— *Francis Perrin* (prés. par M. Jean Perrin). — **Fluorescence à longue durée des sels d'urane solides et dissous.**

Les résultats obtenus par l'auteur, confirment l'idée que la luminescence des sels d'uranyle est une fluorescence à longue durée, analogue par ailleurs aux fluorescences brèves des matières colorantes, telles que la fluorescence pour lesquelles la vie moyenne est seulement de quelques milliardièmes de secondes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Courtot* et *C. Pomonis* (prés. par M. Charles Moureu). — **Recherches sur le sulfure de diphénylène.**

Les auteurs montrent que dans le diaminodiphénylène-sulfure décrit dans une note précédente (*C. R.*, 182, 1926, p. 893), les groupes aminogènes sont en para de la liaison diphénylique et que le 2.2' — diaminodiphénylène sulfure n'est pas la thiobenzidine de Dahl, mais le dérivé I = 178°.

L. Franchet.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *Winogradsky.* — **Sur le pouvoir fixateur des terres.**

L'auteur cherche à établir un processus normal qui fournirait une mesure du rendement et de l'énergie, et qui servirait d'étalon à des expériences comparées sur le pouvoir fixateur des terres, soit de leur *appareil microbien* spécifique. Ayant fait choix de plusieurs échantillons de terres de provenances très diverses, toutes les plaques qui ont exercé une fixation notable portaient des colonies d'*Azotobacter*. Les expériences ont montré qu'un appareil microbien fixateur de première force consomme, dans des conditions convenues comme normales, 2 grammes de mannite en 120 heures en fixant 20 milligrammes d'azote gazeux.

ZOOLOGIE. — *Paul Vuillemin.* — **La famille des Sarcosporidies. Son étendue. Ses affinités.**

Les zoologistes sont loin d'être d'accord sur les affinités de la famille des Sarcosporidies fondée en 1883 par Balbiani. Toutes les controverses partent d'une méprise. On a appelé sporogonie chez les *Sarcocystis* et les *Rhinosporidium* ce que l'on nommait Schizogonie chez les Coccidies, les Hémosporidies et autres Sporozoaires. L'auteur conclut au rétablissement de la famille des Sarcosporidies dans ses anciennes limites. Elle ne s'écarte pas plus, dit-il, des autres familles de Sporozoaires que celles-ci ne diffèrent entre elles.

GÉOLOGIE. — *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la stratigraphie cristallophyllienne du massif du Pilat, près Saint-Étienne.**

L'étude stratigraphique confirme, pour la genèse des gneiss granulitiques, les conclusions pétrographiques. Elle aboutit à la distinction d'horizons continus qui se succèdent dans un ordre déterminé. Les gneiss granulitiques comprennent trois zones de gneiss œillé et deux zones principales de gneiss à mica noir, ainsi que les produits de leur transformation par le métamorphisme granulitique.

— *Paul Corbin* et *Nicolas Oulianoff* (prés. par M. Émile Haug). — **Sur les éléments des deux tectoniques, hercynienne et alpine, observables dans la protogine du Mont-Blanc.**

Les deux directions des phénomènes que les mouvements orogéniques alpins et hercyniens ont déterminés au sein de la protogine se croisent sous l'angle approximatif de 35°-45°. Le déplacement réciproque des lames de protogine suivant les plans de cassures pendant le mouvement alpin a déterminé la rupture de la continuité des zones à enclaves (zones de l'âge hercynien), dont le raccordement, à travers des largeurs considérables de glaciers, devient par trop délicat et compliqué, voire impossible.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Michel Durand* (prés. par M. Molliard). — **Sur les solvants des tannins.**

Les tannins solubles dans l'alcool, l'acétone sont aussi solubles dans l'eau ; l'emploi des liquides successifs dans l'extraction, y compris l'éther, n'augmente en aucune façon le rendement en principes tanniques.

Les tannins solubles dans l'eau sont en partie solubles dans l'acétone.

— *Th. Krascheninnikoff* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Échanges gazeux chez les Algues brunes de la région arctique découvertes à mer basse.**

Digitized by Google

Dans la région arctique, chez les Phéophycées (*Fucus, Laminaria, Chorda filum*) exposées à l'air à mer basse, une assimilation très énergique se produit. Dans de bonnes conditions d'éclairage elle est beaucoup plus intense que la respiration, ce qui prouve qu'il y a formation en grande quantité de matières organiques.

PHYSIOLOGIE. — *Emile-F. Terroine* et *R. Bonnet* (transm. par M. Henneguy). — **Les causes de l'action dynamique spécifique des protéiques.**

L'action dynamique spécifique des protéiques réside tout entière dans une production d'extra-chaleur uniquement en rapport avec le métabolisme de l'azote aminé, et non avec la transformation des chaînes ternaires résultant de la désamination, production s'élevant à 8 cal. 4 environ par gramme de N aminé séparé.

CHIMIE ALIMENTAIRE. — *E. Fleurent* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Sur la composition de la graine de fenugrec et sur son mélange aux blés destinés à la meunerie.**

Le fenugrec donne au pain une odeur repoussante et, en même temps, une saveur amère et âpre extrêmement désagréable. L'odeur est due à la matière grasse (9,46 à 9,85 %) et la saveur amère à un produit extractif résineux. Aussi conçoit-on que le règlement de Paris interdise totalement, pour la fabrication des farines, les blés dans lesquels la présence de cette graine a été constatée.

MICROBIOLOGIE. — *Constantino Gorini* (prés. par M. Roux). — **Action des streptocoques sur le lait.**

D'après leur action sur le lait, on peut distinguer deux types de streptocoques ; l'un acidifiant énergiquement et fournissant régulièrement un caillot ferme, l'autre acidoprotéolytique donnant irrégulièrement un caillot floconneux suivant les conditions jusqu'ici négligées par les auteurs. Le premier type se trouve surtout parmi les saprophytes, le second parmi les streptocoques parasites. P. GUÉRIN.

Séance du 19 avril 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Cartan.* — **Sur certains systèmes différentiels dont les inconnues sont des formes de Pfaff.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Georges-J. Remoundos.* — **Chemins de détermination et valeurs asymptotiques des fonctions algébroïdes.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *M. Tzitzeica* (prés. par M. Goursat). — **Sur certaines congruences.**

ARITHMÉTIQUE. — *Paul Appell.* — **Sur la nature arithmétique de la constante d'Euler.**

MÉCANIQUE. — *Swyngedauw* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur le changement de vitesse de la courroie au voisinage de sa prise de contact avec la poulie.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Raoul Ferrier* (trans. par M. Paul Painlevé). — **Transformation des équations pré-quantiques.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *F. Baldet, V. Burson* et *H. Grenat* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la perturbation magnétique et l'aurore boréale du 14 avril 1926.**

Le 14 avril, à 14 heures, l'aiguille aimantée, le magnétographe enregistreur de l'Observatoire de Meudon accusa une forte déviation, faisant prévoir pour le soir une aurore boréale qui se produisit, en effet, à 20 h. 52 m. dans la direction N.-W. : au même instant l'aiguille aimantée a été déviée vers l'Est. A minuit 25, une troisième déviation eut lieu. Le phénomène terrestre est attribué comme on sait, à une action spéciale du Soleil ; le 14 avril, les taches visibles et les facules étaient plutôt petites ; seuls les filaments de la couche supérieure et les protubérances, étaient bien développés.

MÉTÉOROLOGIE. — *C. Dauzère* (prés. par M. Brillouin). — **Sur les inversions de la température.**

D'après les archives de l'Observatoire du Pic du Midi, les inversions sont tout à fait exceptionnelles entre Bagnères et le Pic, assez rares entre le Monné et le Pic, très fréquentes entre Bagnères et le Monné. Ces dernières se produisent en toutes saisons et à toute heure. La durée de l'inversion est très variable, de quelques heures à plusieurs jours. Le maximum de la température peut se produire à une altitude quelconque. Parfois la nébulosité est grande aux deux stations, Bagnères et le Monné, ou seulement à la station inférieure, pendant l'inversion. Lorsque le ciel est sans nuages aux deux stations, les fortes inversions sont presque toujours accompagnées d'une atmosphère brumeuse à la station inférieure.

RADIOCHIMIE. — *Svend Aage Schou* (prés. par M. J. Perrin). — **Absorption des rayons ultraviolets par les aldéhydes.**

Les aldéhydes acétique et propionique possèdent une bande $= \lambda$ 2.800. Du côté visible on trouve, entre 3.100 et 3.300 un léger épaulement qui correspond à une deuxième bande plus faible. Du côté ultraviolet l'absorption diminue, passe au maximum entre 2.250 et 2.100 et augmente ensuite très légèrement.

L'absorption est plus forte en solution hexanique qu'en solution aqueuse, ce qui peut s'interpréter par la formation, dans ce dernier cas, d'hydrate d'aldéhyde.

L'absorption des rayons ultraviolets extrêmes par les aldéhydes bien purifiés est très faible. Si l'on attribue cette absorption à l'existence de forme énolique, la proportion de cette forme en solution aqueuse neutre et fraîche est certainement inférieure à $\frac{1}{15.000}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Michel-O-Samsœn* et *P. Mondain-Monval* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur les anomalies de chaleurs spécifiques des corps vitreux, cas de l'anhydride borique et de la glycérine.**

Dans le cas de l'anhydride borique, les auteurs ont retrouvé l'anomalie signalée par les méthodes dilatométriques, mais avec une différence dans la température de transformation. Les méthodes dilatométriques ont fixé celle-ci à 245° et les nouvelles recherches à 218°.

Dans le cas de la glycérine, ils ont retrouvé au calorimètre par des mesures de chaleurs spécifiques et de chaleurs d'échauffement les anomalies signalées pour l'anhydride borique et la glycérine par voie dilatométrique, à un léger décalage près, des températures de transformation. Cette variation brusque des propriétés physiques de ces corps semble être une particularité très remarquable de l'état vitreux.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Charles Moureu et Charles Dufraisse.* — **Autoxydation et action antioxygène. Actions catalytiques des composés azotés. Considérations générales.**

Les expériences faites par les auteurs, établissent que, comme ils l'avaient prévu théoriquement, beaucoup de composés azotés ont sur l'autoxydation une action qui est même, parfois, considérable. Elles leur ont permis, en outre, de constater maintes fois l'influence exaltante des atomes liés à l'azote, à la fois sur l'oxydabilité et sur les propriétés catalytiques. L'atome d'hydrogène, en particulier, joue, dans certains cas, un tel rôle, faisant en quelque sorte participer l'azote à sa propre affinité pour l'oxygène.

CHIMIE MINÉRALE. — *V. Auger et J.-N. Longinescu* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les orangés et les rouges d'uranium.**

Les orangés et rouges d'uranium sont des sels amorphes, insolubles provenant d'un acide thiouranique $U^5 O^{16} S^2 H^6$ ou $U^{10} O^{31} S^4 H^{10}$. Cet acide joue le rôle d'anion pentavalent pour les rouges de potassium et d'ammonium, et celui d'anion

Digitized by Google

tétravalent pour les orangés correspondants et le rouge de baryum. Ces sels sont décomposés par les acides en donnant les sels d'uranyle et SN^2 ; les carbonates alcalins les dissolvent difficilement mais complètement en formant les uranyl-carbonates solubles bien connus.

— *A. Travers* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur le mécanisme de l'oxydation du manganèse ou acide permanganique par le réactif de Proctor Smith (persulfate alcalin + nitrate d'argent).**

Le réactif de Proctor Smith est générateur de peroxyde d'argent qu'on peut isoler sous la forme de combinaison double, $3\,Ag^2\,O^2.\,NO^3\,Ag$, dont la réaction de formation est en réalité une réaction d'équilibre. Si on ajoute quelques centimètres cubes d'un sel manganeux, celui-ci est oxydé instantanément et à froid en acide permanganique. L'équilibre est détruit ; il se reforme progressivement de la combinaison double, mais une nouvelle addition de sel manganeux le rompt de nouveau.

La combinaison double : peroxyde-nitrate d'argent, alternativement détruite et reformée joue le rôle de catalyseur dans l'oxydation du manganèse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Jean-Marc Dumoulin* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la deshydratation catalytique des vinylalcoyl carbinols.**

Des divers catalyseurs employés, la préférence a été donnée à l'alumine précipitée du sulfate d'alumine. En opérant à la température 250-280° et un débit d'alcool, à l'heure, de 15-20 grammes. Les rendements en carbures ont été de :

50 % avec le vinyléthylcarbinol.
60 % avec le vinylpropylcarbinol.
65 % avec le vinylbutylcarbinol.

Rendements calculés sur les fractions passant respectivement entre 38°-43°, 70°-80°, 95°-105°.

L'étude de ces fractions a principalement porté sur la séparation des isomères par rectification soigneusement répétées, la bromuration et l'oxydation des produits ainsi séparés : pentadiènes, hexadiènes et heptadiènes.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *R. Lantz et A. Wahl* (prés. par M. Matignon). — **Sur de nouveaux dérivés des naphtaquinones.**

On agite violemment à l'air une solution aqueuse d'aniline, rendue alcaline par du bicarbonate de soude et on y introduit lentement de l'acide aminaphtolsulfonique 1, 2, 4. Il y a formation d'un précipité jaune cristallin d'imino — 1 — oxy — 2 — phénylimino — 4 — nephtoquinone.

Les auteurs ont réussi à préparer l'imine, but de leurs recherches et ils ont démontré la formation des composés azotés intermédiaires, dans l'oxydation de l'aminonaphtol.

L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur les différences des potentiels d'oxydation réduction dans les spores d'une Prêle** : *Equisetum arvense*.

L'*Equisetum arvense* possède deux sortes de spores qui diffèrent par le potentiel d'oxydation-réduction (*r*H) de leurs protoplasmes. Les différences de *r*H constatées dans les spores de cette Prêle correspondraient à des différences de sexualisation du protoplasme. Les spores faiblement colorables (A) dont le *r*H intracellulaire est le plus faible, seraient des spores donnant des prothalles femelles, les spores qui se colorent fortement (B) seraient des spores donnant des prothalles mâles.

CRYPTOGAMIE. — *E. Chemin* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur une Floridée endophyte** *Colaconema? reticulatum* Batt.

La Floridée vue par Batters sur le *Desmarestia Dudresnayi* se multiplie par monospores comme les autres espèces du genre *Colaconema;* elle appartient à ce genre et l'on doit supprimer le point d'interrogation de l'auteur. Elle se développe dans la membrane externe de son hôte sans produire aucun trouble apparent, toutefois les spores ne peuvent germer que sur cet hôte.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Combes* (prés. par M. M. Molliard). — **Étude de la migration automnale des substances azotées chez le Chêne, par l'analyse de plantes entières.**

Les feuilles perdent au cours du jaunissement plus de la moitié des substances azotées qu'elles contiennent. Pendant cette même période, et à mesure que l'azote disparaît des feuilles, il s'accumule dans les organes vivaces, tiges puis racines. Pendant cette émigration, la teneur en azote de l'ensemble de la plante ne varie pas sensiblement. L'augmentation de l'azote dans les tiges et les racines, corrélative de la diminution constatée dans les feuilles, aboutit à réaliser une teneur en azote à peu près uniforme dans les divers organes de la plante.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marcel Brandza* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur la polychromie des Myxomycètes vivant en plein soleil.**

L'évaporation rapide exerce chez beaucoup de Myxomycètes une influence considérable sur la couleur du péridium et du capillitium. La même espèce peut prendre, suivant les cas, des couleurs différentes.

L'expérience prouve que la couleur du péridium et du capillitium ne peut pas avoir, dans tous les cas, la valeur spécifique qu'on lui a attribuée dans la classification des espèces et des variétés.

Dans la création des espèces et variétés nouvelles, il convient de mettre un soin particulier à bien saisir les conditions atmosphériques qui ont présidé à la maturation des sporanges.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Aubel, L. Genevois et J. Salabartan* (prés. par M. M. Molliard). — **Remarques sur la culture d'une levure en milieu synthétique.**

En milieu aérobie, il est possible d'obtenir des cultures avec le glucose, l'acide lactique ou l'acide pyruvique employés comme source de carbone.

En milieu anaérobie, il est possible d'obtenir des cultures sur le glucose, l'acide lactique et l'acide pyruvique, mais la croissance est lente, et, même dans le cas de l'acide lactique et de l'acide pyruvique, très difficile.

Les produits libérés dans les cultures avec glucose sont les mêmes, que l'on soit en milieu aérobie ou en milieu anaérobie. Seule, une différence existe dans les proportions. Il ressort des résultats obtenus que l'action de l'oxygène est d'ordre quantitatif et non qualitatif.

ZOOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). — **Sur un nouveau Copépode halophile** : *Parametis sanguineus* **nov. gen., nov. sp.**

L'auteur donne la description d'un très petit Copépode, qui n'atteint pas 0 mm. 5, de couleur très vive, rouge sang, dont il a trouvé une cinquantaine d'individus, en mars, dans une saline de Batz, en compagnie d'*Eurytemora affinis* Poppe et de *Ferronniera mirabilis* Labbé.

L'accouplement se fait comme chez les *Canthocamptus*. Il s'accomplit alors que les femelles ne sont pas encore sexuellement mûres, ce qui est, d'ailleurs, fréquent chez les Copépodes.

P. GUÉRIN.

Digitized by Google

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer. Le pH, méthodes de mesure, importance océanographique, géologique, biologique, par R. Legendre, Directeur du Laboratoire de Physiologie comparée à l'École des Hautes-Études. In-8° de 291 pages avec figures. Les Presses Universitaires, Paris. — Prix : 25 fr.

Cet intéressant ouvrage, qu'accueilleront certainement avec plaisir tous les expérimentateurs qui s'occupent de biologie marine, comprend deux parties bien distinctes. La première, écrite surtout à l'intention des biologistes, est un exposé fort clair des notions de chimie physique relative aux solutions et des données qui concernent la concentration en ions H et OH et, par conséquent, le *p*H et sa mesure, soit par la méthode colorimétrique, soit par la méthode électrométrique.

Sur la première, l'auteur s'étend avec complaisance, et cela se conçoit car c'est elle qui convient le mieux, pour bien des raisons, à l'étude de la réaction de l'eau de mer. Sur la seconde, il donne moins de détails pratiques, en raison des manipulations délicates qui sont nécessaires quand on veut l'appliquer à des solutions telles que l'eau de mer où coexistent de l'acide carbonique, des carbonates et des bicarbonates (1).

Dans la seconde partie, de beaucoup la plus importante, l'auteur passe d'abord en revue tout ce que l'on sait sur la composition chimique de l'eau de mer, son alcalinité, son *p*H et les variations de celui-ci; puis, dans deux chapitres des plus suggestifs, remplis de faits et de vue originales, il examine tous les problèmes océanographiques, géologiques, et biologiques que la notion du *p*H a permis et permettra de résoudre. Toutes les données, toutes les hypothèses, qui sont exposées ou discutées dans les cinq derniers chapitres présentent un intérêt considérable non seulement pour les biologistes, mais également pour les géologues et les biochimistes. Les uns et les autres y trouveront de multiples sujets de recherches qu'ils pourront aborder aisément, grâce aux très nombreuses indications bibliographiques que l'auteur a rassemblé à leur intention.

A. B.

Faune des lacs, des étangs et des marais, par L. Germain, Docteur ès sciences, Assistant au Muséum d'Histoire Naturelle. In-16 de 315 pages avec 225 figures en noir et 20 planches en couleurs (*Encyclopédie pratique du naturaliste*, vol.. XX). Lechevalier, éditeur, 12, rue de Tournon, Paris. — Prix : 24 fr.

Ce petit ouvrage intéressera vivement les naturalistes, les parasitologistes et les hygiénistes désireux d'entreprendre l'étude des plus importantes espèces animales qui vivent dans les eaux ou sur les rives des lacs et des étangs. Ces espèces sont trop nombreuses et appartiennent à des classes trop diverses pour qu'il soit possible d'en donner, dans un livre de ce genre, une description et une énumération tant soit peu détaillées. Avec raison l'auteur s'est limité à ce qui est strictement nécessaire pour que le lecteur puisse se faire une idée suffisamment précise de la faune des marais et des lacs de notre pays. Les étudiants, les amateurs y trouveront amplement de quoi satisfaire leur curiosité; il sera pour eux, dans leurs excursions, un guide aussi commode que bien documenté.

Bien des zoologistes, plus avancés dans leurs études ou dans leurs recherches, le liront avec profit, comme une excellente initiation à l'étude des faunes lacustres que l'on a eu tort de négliger quelque peu depuis que se sont développées les recherches océanographiques. Une introduction qui ne comporte pas moins de 34 pages y expose très clairement, à leur intention, les données fondamentales de la Limnologie, cette science spéciale qui, depuis une cinquantaine d'années, s'efforce de résoudre les problèmes biologiques ou géologiques relatifs aux lacs, grands et petits.

Quant à la partie descriptive, l'auteur ne s'est pas borné à y passer en revue les invertébrés et les poissons; il y a également consacré plusieurs chapitres aux reptiles, aux batraciens, aux oiseaux et aux mammifères.

Un heureux choix d'indications bibliographiques met le lecteur à même de compléter, à l'aide des traités spéciaux ou des mémoires originaux, les connaissances variées qui sont si clairement exposées dans ce volume dont l'illustration abondante et soignée augmente encore l'importance pratique.

Avec l'ouvrage publié il y a quelques années, par M. Capus, dans cette même Encyclopédie du Naturaliste, sur les plantes des marais, des lacs et des étangs, le livre de M. Germain forme un ensemble des plus utiles, auquel tous les biologistes seraient heureux de voir s'ajouter un volume consacré aux Algues d'eau douce qui ne sont plus étudiées, en France, autant qu'elles méritent de l'être.

A. Berthelot.

L'Année Psychologique, publiée par H. Piéron, professeur au Collège de France et à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris, directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne. 25e année (1924). In-8° de 734 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

En tête de ce volume jubilaire du célèbre périodique fondé par Beaunis et Binet, M. Piéron dit justement sa fierté de l'œuvre accomplie : il oublie de dire toute la part qui lui en revient. On y trouvera comme d'habitude, avec la très vivante et très riche bibliographie des travaux parus en 1924 dans le monde entier, une série de mémoires originaux de grand intérêt.

D'abord miss Chr. Ladd *Franklin* résume la théorie génétique des couleurs qu'elle proposa dès 1892 et qui concilie heureusement les données contradictoires sur lesquelles étaient établies celles de Helmholtz et de Hering. Puis MM. *Kleitmann* et *Piéron* exposent leurs recherches sur l'établissement de la sensation lumineuse : il en résulte que cet établissement est sensiblement plus rapide pour les bâtonnets que pour les cônes, pour la lumière rouge que pour la lumière blanche et bleue, et qu'on peut formuler avec une précision assez grande la loi qui relie les variations de cette vitesse d'établissement aux intensités d'excitation. Dans un ordre d'idées analogue, M. St. *Velinsky* rend compte des expériences qu'il a poursuivies sur les effets de contraste simultané, et qui semblent démontrer l'hypothèse émise par Hering d'après laquelle l'énergie diffusée est complémentaire de l'énergie d'induction active.

(1) Indépendamment des dispositifs potentiométriques signalés dans l'ouvrage on emploie couramment, dans les laboratoires français, le potentiomètre simplifié construit sur les indications de A. Berthelot (*Bulletin de la Société de Chimie Biologique*, n° 7, juillet 1924) et que quelques auteurs ont confondu avec l'appareil de MM. Kling et Lassieur.

Digitized by Google

A la suite de ses expériences sur le rôle du repos dans le travail mental (cahiers de Kräpelin), M. *Foucault* met en évidence l'influence bienfaisante du repos, entre certaines limites, et conclut qu'il n'existe pas de courbe générale du travail, chaque sujet l'organisant à sa guise.

M. *Lahy* décrit en détail l'installation du laboratoire de psychotechnique dont la S.T.C.R.P. lui a confié la direction, et les épreuves de sélection psycho-physiologique (temps de réaction, suggestibilité motrice, attention diffusée, fatigabilité, appréciation des vitesses et des distances, émotivité) auxquelles sont désormais soumis les apprentis-machinistes. Les résultats semblent des plus encourageants et aussi féconds en conséquences théoriques que pratiques : peut-être leur devra-t-on une diminution du nombre d'accidents de la rue!

M. *Mignard* expose sa conception de la « subduction mentale » et répond aux objections qu'elle a suscitées. Il l'oppose notamment aux théories de l'automatisme et de la dissociation psychique, dont il fait une critique pénétrante; il considère comme au-dessus de toute atteinte les notions d'unité et de spontanéité mentales.

Signalons enfin deux notes : de Mme *Piéron* sur l'étalonnage des tests de séries de chiffres à compléter, et de M. *François* sur un nouveau dispositif d'étude de la sensibilité thermique, basé sur l'emploi de la chaleur rayonnante

R. TROUDE.

Saint Thomas d'Aquin et l'influence des astres, par Paul CHOISNARD, ancien élève de l'École Polytechnique. In-8° de 255 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Cet ouvrage est un commentaire des idées émises par saint Thomas d'Aquin sur l'Astrologie. L'Auteur cite de nombreux extraits des œuvres de l'illustre théologien afin de faire ressortir : 1° l'incompatibilité que sa doctrine astrologique présenterait avec l'opinion officielle de la science et de la philosophie sur cette question, depuis trois siècles; 2° son accord rationnel avec les résultats nouveaux de l'expérience statistique fondée sur ce fait que « certains aspects d'astres à la naissance, sont manifestement plus fréquents pour certaines catégories d'individus que pour d'autres ».

Le livre se termine par une discussion des opinions de saint Thomas d'Aquin sur l'astrologie, notamment en ce qui concerne le principe général des connexions ou de la loi de relation, extension pratique des principes de causalité, invoqué comme fondement des conjectures que les observations sidérales sont susceptibles d'autoriser.

L. FT.

L'amour et la morale, Essai d'interprétation physiologique de la pensée humaine, par Jacques FISCHER, avec une préface du Dr Stephen Chauvet. In-8° de 288 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Cet ouvrage paraît être le produit d'une double hantise. Frappé d'un côté par les découvertes récentes concernant les sécrétions internes et leurs effets psychologiques, séduit de l'autre par le pansexualisme de Freud, l'auteur a généralisé les premières jusqu'à fonder sur elles une théorie bio-chimique de la pensée, dont on admirera l'audace et l'extrême simplicité, mais dont M. Fischer lui-même ne conteste pas la fragilité et le caractère provisoire. Puis il s'efforce d'en faire une application spéciale au problème de l'amour humain, en proposant une explication purement physiologique du « refoulement » freudien jugé trop métaphysique, et en tirant les conséquences pratiques qui en résultent quand à l'éducation de l'enfant et à la conduite de la vie. Qu'après cela il ait été amené à se poser des questions comme celle de l'existence de la pensée amoureuse chez les végétaux, ou d'une imagination chez l'embryon, ou de la légitimité de l'homosexualisme, et qu'il ait abouti à une morale qui n'est qu'un recueil de préceptes d'hygiène sans valeur impérative, on aurait tort de s'en étonner; il faudrait plutôt remercier l'auteur d'avoir après tant d'autres administré la preuve de l'insuffisance de ses points de départ.

R. T.

Essai d'introduction critique à l'étude de l'économie primitive (Les théories de K. Buecher et l'Ethnologie moderne) par Olivier LEROY, docteur ès-sciences économiques et politiques, agrégé de l'Université. In-8° de 137 pages avec 14 illustrations hors texte. Geuthner, éditeur, Paris. — Prix 20 francs.

A tous ceux qui s'intéressent aux études d'ethnologie et de psychologie comparée, à ceux qui souffrent de voir ces recherches captivantes trop souvent faussées par des théories toutes faites ou des passions mal dissimulées, nous recommandons instamment la lecture de ce remarquable essai. Par derrière les thèses aventureuses ou erronées de Karl Bücher, l'auteur atteint les positions essentielles de l'évolutionnisme économique et du sociologisme durkheimien. Très au courant des derniers travaux parus à l'étranger, à la double lumière des faits et du bon sens, il sape quelques-unes des idées qui, grâce à l'autorité de M. Lévy-Brubl, tendent à s'implanter dans tous les milieux concernant l'état psychologique et moral des prétendus « Primitifs », et il rappelle à l'observation des règles d'une saine méthode scientifique ceux qui ne les invoquent sans cesse que pour mieux s'en affranchir à l'occasion. Ajoutons que l'ouvrage est imprimé et illustré avec un soin qui fait honneur à l'éditeur.

R. T.

Une petite ferme allemande, par Albert MAUPAS. In-16 de 140 pages, 11 figures. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 6 francs.

Ce petit opuscule est le fruit d'observations très attentives pendant une captivité en Allemagne.

Mêlé à tous les travaux d'une ferme de Westphalie, lisant les journaux agricoles allemands, le prisonnier de guerre a su écrire pour ses collègues agriculteurs praticiens un livre précieux sous beaucoup de rapports.

En le lisant, praticien comme lui, nous glanons tout le long de cet excellent petit livre une quantité de méthodes, d'idées dont nous tirerons parti.

Et nous recommandons d'autant plus volontiers ce livre à l'attention des agriculteurs français que nous avons occupé un prisonnier de guerre allemand sur une petite ferme française. Il est reparti après avoir soigneusement appris le pourquoi et le comment de nos méthodes françaises dont plusieurs ont vivement retenu son attention.

M. Maupas a fait de même en Allemagne et comme sa valeur, technique est très élevée, ses observations sont aussi de très grande valeur.

L. RIGOTARD.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 10 — 64e ANNÉE — 22 MAI 1926

LE PROBLÈME DE LA MISE EN SERVICE DU TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE DANS LE RÉSEAU DE PARIS (1)

Nous sommes certainement tous des clients du téléphone. Si nous n'en sommes pas tous des clients permanents, c'est-à-dire des « abonnés », tout au moins nous en servons-nous occasionnellement pour notre commodité. Et, puisque nous nous servons du téléphone, il nous est arrivé de souffrir de retards, de difficultés ou d'incidents dans nos communications ; ces difficultés nous ont certainement été très désagréables et peut-être même, dans certaines occasions malencontreuses, avons-nous été jusqu'à perdre patience en accusant de négligences inadmissibles les téléphonistes chargées de nous servir...

C'est qu'en effet, pour que la clientèle soit satisfaite, le téléphone ne souffre pas la médiocrité. Il est devenu l'instrument indispensable qui tient, avec l'automobile, la première place dans notre vie moderne enfiévrée et qu'il contribue à enfiévrer sans cesse davantage. L'homme d'affaires lui demande la suppression de toute distance, afin de décupler l'utilisation de son temps qui, pour lui, est de l'argent ; le grand public lui demande de pouvoir vivre une vie plus intense, grâce à la faculté, d'une valeur inappréciable, de pouvoir entrer en conversation, sans déplacement, et à un moment quelconque, avec un correspondant de son choix.

La clientèle du téléphone est donc en droit d'en exiger d'autant plus de commodités que les possibilités qu'il offre sont plus étendues, et c'est pourquoi, dans tous les pays du monde, cette clientèle, toujours impatiente d'être servie, est difficile à satisfaire, et, dans tous les pays, même dans ceux où le téléphone fonctionne de la façon la plus satisfaisante (je ne parle pas de la France), on se plaint volontiers du téléphone et on plaisante les demoiselles du téléphone.

A ce sujet, un souvenir me revient en mémoire. Il y a quatre ans, j'ai eu la bonne fortune d'être chargé d'une mission à Stockholm pour y étudier le fonctionnement du téléphone. Il y est exploité par une administration d'État qui donne à ses abonnés un service de qualité remarquable, et la ville de Stockholm, ville d'environ 450.000 habitants, compte un abonné au téléphone par 4,5 habitants et un appareil par 3,66 habitants. Eh bien ! dans ce paradis du téléphone, sur le premier journal Suédois qui est tombé sous mes yeux, j'ai eu l'étonnement de voir, en belle place, une caricature représentant un malheureux homme découragé devant son appareil téléphonique, les pieds couverts de champignons et entouré de toiles d'araignées, signes évidents d'une attente interminable.

En outre, j'ai pu rapporter un film de vulgarisation sur le téléphone en Suède, établi avec le patronage de l'Administration Suédoise. Or, la première partie du film était intitulée : « Le bureau central téléphonique tel que se le représente le public », et on y voyait, sous forme de dessins caricaturaux animés, des demoiselles du téléphone

(1) Conférence faite le 14 mars 1926 au Conservatoire National des Arts et Métiers.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

se balançant voluptueusement dans de confortables rocking-chairs, le dos tourné aux tableaux téléphoniques, absorbées dans la lecture de romans d'amour ou s'animant en une conversation pleine de gaieté ; pendant ce temps, de tous côtés une multitude de sonneries s'agitaient avec vacarme, ce qui ne faisait qu'augmenter le rire de ces demoiselles qui, aux « drin ! » « drin ! » précipités, répétaient à la cantonade « pas libre ! pas libre ! »

Ceci nous montre que dans tous les pays, la clientèle est insuffisamment renseignée sur les conditions dans lesquelles s'exécute le service, et qu'elle est laissée en général dans l'ignorance de ce qu'est un bureau central téléphonique, seul en face de son appareil, loin du bureau central, dans l'ignorance absolue de ce qui s'y passe ; et, dans l'incertitude de l'attente, les minutes sont pour lui démesurément longues. Comme la clientèle téléphonique est une clientèle toujours pressée et, qui est, à bon droit, exigeante, on comprend facilement que tous les incidents, quels qu'ils soient, lui paraissent d'autant plus inadmissibles qu'elle ne se les explique pas, et qu'ils risquent de créer de violents mécontentements. On peut dire sans exagération que le téléphone ne souffre aucune imperfection sous peine de devenir irritant ; et malheureusement, en France, il lui arrive d'être irritant....

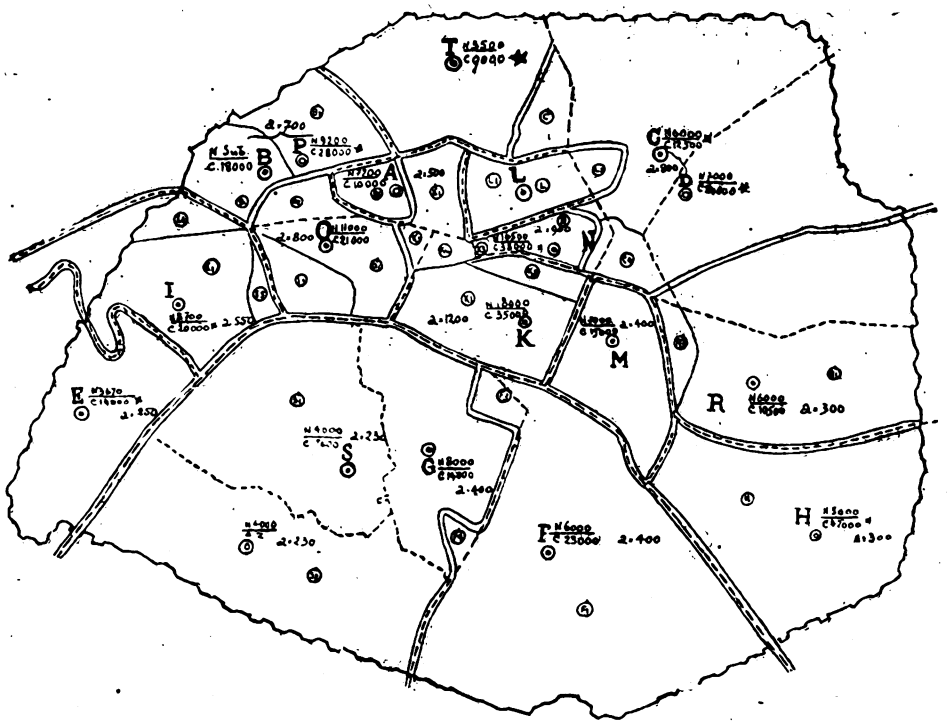


Fig. 174. — Plan du réseau téléphonique de Paris.

de la façon dont travaillent les téléphonistes et des difficultés qu'elles peuvent rencontrer. Et, malheureusement, il ne peut guère en être autrement, car les bureaux centraux ne peuvent être régulièrement accessibles au public, les employées, souvent surmenées, ayant besoin de travailler sans être troublées. Aussi l'usager du téléphone, quand il décroche son appareil, se figure-t-il volontiers qu'une téléphoniste est spécialement affectée au service particulier de sa ligne ; en cas de retard ou d'incident, ne s'en expliquant pas la raison, il suppose souvent la mauvaise volonté et s'indigne, ou bien il craint un accident dans le fonctionnement du système et se désespère, car il a la sensation d'une impuissance complète,

M. le Directeur du Conservatoire National des Arts et Métiers, en consacrant une des conférences du dimanche au problème du téléphone à Paris m'a donné l'occasion, dont je suis heureux de profiter, de renseigner le public sur nos difficultés. Je vais donc chercher aujourd'hui à exposer sommairement le problème de l'organisation téléphonique d'une très grande ville comme Paris. J'indiquerai quelle est la situation actuelle du réseau de Paris, je chercherai à donner une idée de ce qu'est un bureau central téléphonique, et je dirai quels bénéfices on peut tirer de l'adoption pour Paris des systèmes perfectionnés modernes de téléphonie automatique au point de vue financier, comment se pose le problème au point de vue

Digitized by Google

téléphonique et au point de vue industriel, quels intérêts il met en jeu, et comment il pourra être résolu dans un avenir prochain.

Quelques chiffres statistiques. — Je commencerai par citer quelques chiffres qui donneront une idée de l'importance actuelle du réseau téléphonique de Paris.

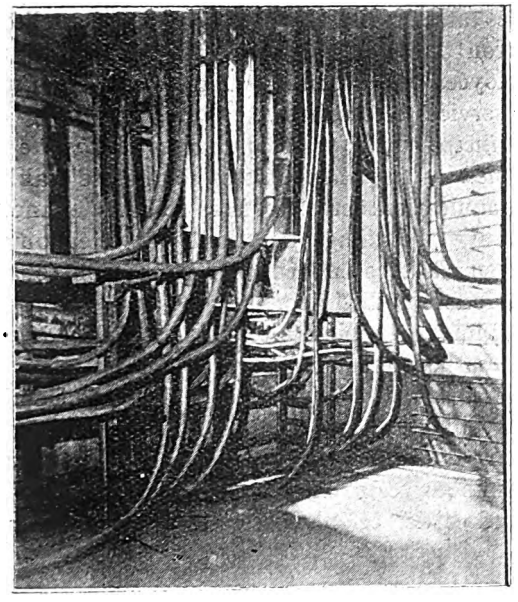


Fig. 175. — Arrivée des lignes d'abonnés dans un bureau central téléphonique. Chaque câble renferme 096 fils

A l'intérieur de l'enceinte de la ville de Paris, c'est-à-dire pour un chiffre de population de 3 millions d'habitants, on comptait, au 1er janvier dernier, environ 130.000 lignes téléphoniques d'abonnés reliées directement au réseau, et ces lignes desservaient environ 250.000 appareils téléphoniques. La banlieue immédiatement voisine comprise dans le département de la Seine, comptait seulement environ 20.000 lignes d'abonnés pour une population d'environ 1.500.000 habitants.

Chaque ligne demande, en période active, environ 12 communications par jour en moyenne, et en reçoit un nombre égal, ce qui correspond à environ 1.500.000 demandes de communications traitées journellement à Paris.

L'expérience montre que le nombre des abonnés s'accroît régulièrement suivant une loi exponentielle, à la manière dont s'accroît un capital placé à intérêts composés. L'accroissement annuel va donc chaque année en augmentant; il est à peu près proportionnel au nombre des abonnés déjà existants. C'est que tout nouvel abonné constitue un nouveau correspondant possible et contribue à augmenter l'intérêt que présente le téléphone pour tous ceux qui ne l'ont pas encore.

En faisant abstraction des fluctuations momentanées résultant des changements de tarif ou de crises, économiques ou autres, on doit compter, en période normale, que chaque année, le nombre des lignes d'abonnés augmente d'environ 8 %, de telle sorte que le réseau téléphonique de Paris devient double en moins de dix ans et quadruple en moins de 20 ans.

La loi d'accroissement présente du reste la même allure dans les différentes grandes capitales, avec toutefois des pourcentages d'accroissements un peu différents.

Au cours de l'année 1925, par suite d'un changement dans le mode de tarification, le taux d'accroissement à Paris a été plus important, et le nombre des lignes nouvelles a atteint 12.000.

Organisation actuelle du Réseau téléphonique de Paris

Dans une très grande ville comme Paris, il n'est pas possible de relier tous les abonnés à un même bureau central téléphonique, aussi la ville est-elle divisée en un certain nombre de circonscriptions desservies chacune par un bureau central distinct situé sur son territoire.

Bureaux centraux et multiples. — Les abonnés des diverses circonscriptions téléphoniques sont répartis en séries qui peuvent comprendre chacune au maximum 10.000 lignes numérotées de 00.00 à 99.99 et désignées par une appellation rappelant en général le quartier desservi : Élysées, Roquette, Gobelins, Marcadet, etc.

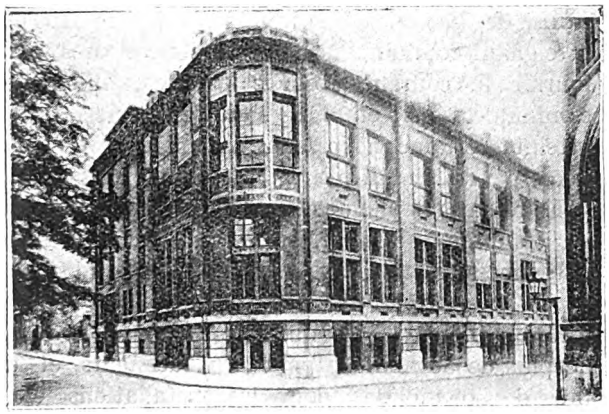


Fig 176. — Bureau téléphonique « Auteuil »

Chacune des séries ainsi constituées est desservie par un ensemble d'installations électriques placé dans le bureau central desservant la circonscription et formant une unité indépendante dénommée un « multiple ».

Digitized by Google

Un bureau central téléphonique, suivant son importance, peut renfermer un, deux ou même trois multiples pour les plus grands d'entre eux, comme c'est le cas du bureau central de la circonscription *Gutenberg* où sont installés les trois multiples desservant les séries Gutenberg, Central et Louvre.

Chaque bureau central téléphonique est un vaste bâtiment nécessitant un terrain de 1.000 à 1.200 mètres carrés qui constitue une véritable manufacture employant plusieurs centaines de personnes et où se manipulent souvent plusieurs

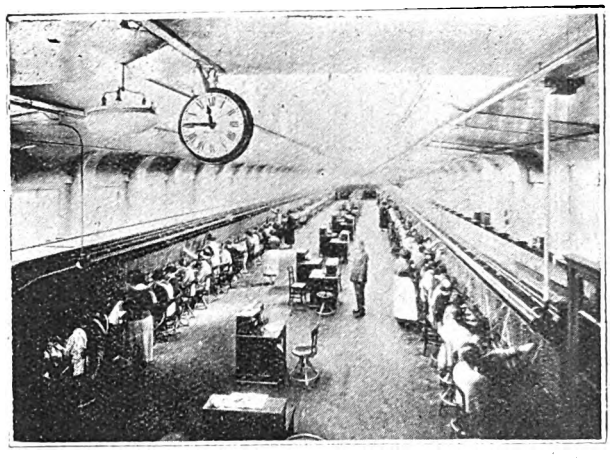


Fig. 177. — Salle d'un multiple téléphonique « Central ».

centaines de milliers de communications téléphoniques dans une journée. Il emploie une force motrice qui dépasse en général 100 chevaux, et il utilise des batteries d'accumulateurs d'une capacité atteignant couramment 6.000 ampères-heures, pour fournir le courant absorbé par les milliers de communications établies simultanément et qui atteint à certaines heures une intensité de 850 ampères pour les multiples les plus importants.

Le réseau téléphonique de Paris qui, nous l'avons vu, comprend actuellement environ 130.000 lignes d'abonnés desservant environ 250.000 postes comporte 19 multiples distincts, installés dans 14 bâtiments différents, ce qui représente une valeur de plus de 30 millions pour les bâtiments et de près de 50 millions pour les installations électriques des multiples en tenant compte de ce qu'un certain nombre d'entre eux sont déjà amortis au maximum.

Personnel. — Pour desservir un multiple de 10.000 abonnés, il faut compter en moyenne sur un effectif d'environ 400 téléphonistes, employées et surveillantes.

Le personnel total employé actuellement dans le réseau téléphonique de Paris comprend environ 9.500 personnes dont 6.700 téléphonistes ou surveillantes, 450 mécaniciens ou électriciens pour le service des bureaux centraux téléphoniques, 350 monteurs pour le service des installations placées chez les abonnés et 1.100 ouvriers pour les travaux des lignes souterraines. Ces chiffres comprennent les effectifs du bureau central interurbain qui établit les communications entre Paris et les autres villes et qui exploite actuellement environ 1.150 circuits et utilise plus de mille employées. Je ne parlerai du reste pas aujourd'hui du service interurbain.

Principe de la mise en communication de deux abonnés. — Les téléphonistes chargées d'établir les communications entre abonnés de Paris, en mettant en œuvre l'outillage des multiples téléphoniques, sont spécialisées en deux catégories dont chacune a sa fonction distincte.

Les unes, dénommées téléphonistes de « départ », sont chargées de répondre aux abonnés qui appellent, de recevoir leurs demandes et de les acheminer; elles veillent au bon établissement des communications dont elles sont responsables. Les autres, dénommées téléphonistes d' « arrivée », reçoivent les ordres des téléphonistes de la catégorie précé-

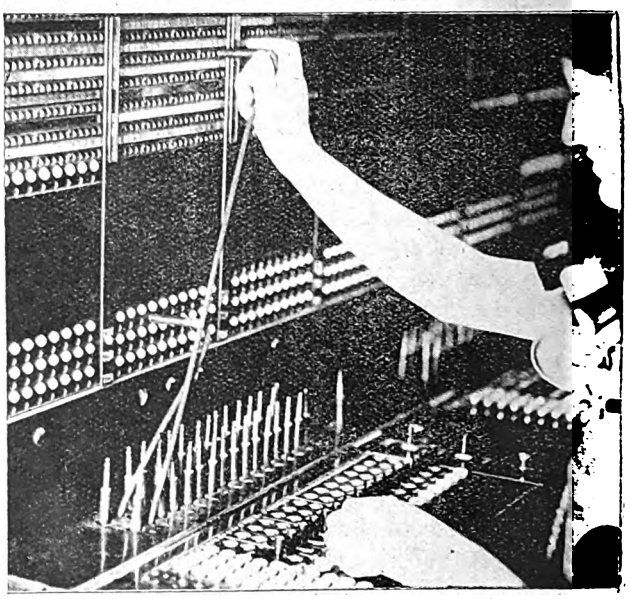


Fig. 178. — La téléphoniste de départ renvoie une communication vers le bureau destinataire.

dente pour leur renvoyer, à leur demande, les lignes des abonnés destinataires, afin de permettre aux téléphonistes de départ de donner satisfaction aux demandes qu'elles ont reçues des abonnés qu'elles desservent. Les téléphonistes d'arrivée ne sont donc

Digitized by Google

jamais en relations avec les abonnés, mais seulement avec les téléphonistes de départ qui ont seules contact avec la clientèle.

Importance et allure du Trafic
Rendement des Téléphonistes

Les habitudes de la clientèle sont variables suivant la nature de cette clientèle et par conséquent l'allure du trafic d'un bureau central dépend essentiellement du caractère du quartier qu'il dessert.

Dans les quartiers de commerce et d'affaires, comme ceux des circonscriptions du centre, ou dans ceux où dominent les petites industries et les entrepôts, comme les quartiers de l'Est desservis par les bureaux Diderot, Roquette, Nord et Combat,

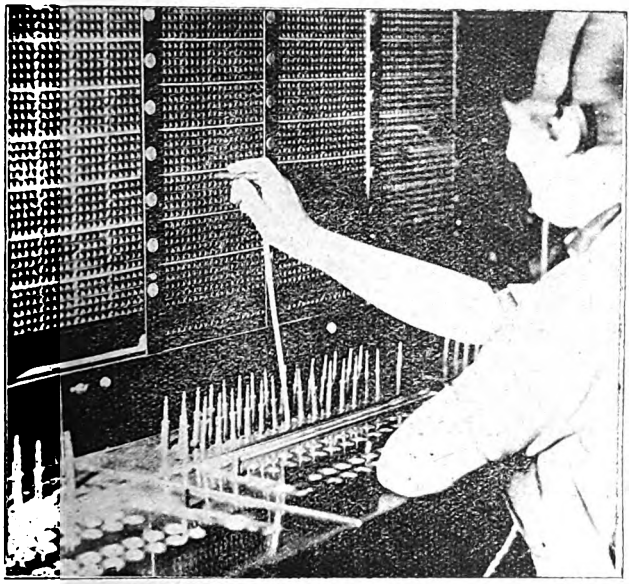


Fig. 179. — La téléphoniste d'arrivée établit la jonction avec le correspondant demandé.

l'intensité du trafic est très soutenue et se concentre uniquement sur les heures d'ouvertures des bureaux avec une pointe plus élevée dans la matinée entre 10 heures et 11 h. 30 et une autre pointe un peu plus faible vers 5 h. 1/4, heure du courrier, alors que les heures de la journée où les bureaux ne sont pas ouverts, ainsi que la soirée, donnent un trafic extrêmement réduit.

Au contraire, dans les quartiers d'agrément ou de résidence comme ceux du Nord-Ouest, desservis par les bureaux d'Auteuil, Passy et Wagram, le trafic a une allure beaucoup moins soutenue, la pointe se produisant vers 9 h. 1/2 du matin, et les appels sont assez nombreux en dehors des heures d'ouverture des bureaux et en particulier aussitôt après les heures des repas, au début de l'après-midi et pendant les premières heures de la soirée.

De plus, pour un même quartier, le trafic n'est pas le même aux divers jours de la semaine et varie notablement suivant les saisons.

C'est ainsi que pour les quartiers d'affaires les communications sont beaucoup plus nombreuses les veilles ou lendemain de fêtes et pendant les matinées du samedi et du lundi, qui encadrent l'interruption de travail causée par l'application de la semaine anglaise. Le samedi après-midi est une demi-journée de faible travail et, pendant toute la journée du dimanche, le travail est presque nul.

Quant aux variations saisonnières, la période la plus calme coïncide naturellement avec celle des vacances, du 20 juillet à fin septembre, le trafic étant réduit d'environ 50 % pour les quartiers de luxe ou de résidences. Pour toutes les circonscriptions, la période de travail intense correspond aux mois de novembre et décembre.

Quoi qu'il en soit de ces variations périodiques, on constate d'une façon très frappante que le trafic téléphonique de l'ensemble des abonnés, au nombre de plusieurs milliers, que dessert un même bureau central, se reproduit presque identique à lui-même aux mêmes heures aux jours correspondants de deux semaines consécutives ; et il est assez curieux de remarquer que, si chaque abonné en particulier ne peut guère prévoir aujourd'hui le nombre de communications qu'il demandera demain entre 10 heures et 11 heures, le nombre total des communications que demanderont demain entre 10 heures et 11 heures les quelques milliers d'abonnés de son quartier, dont il fait partie, peut être prévu avec une assez grande exactitude. Il faut remarquer naturellement qu'un incident ou un événement survenant à l'improviste peuvent influer notablement sur le trafic : par exemple une forte pluie d'orage, une importante chute de neige, ou — événement plus courant — la chute d'un ministère, peuvent augmenter momentanément d'une façon très notable le nombre des demandes de communications.

Pour l'ensemble du réseau de Paris, on peut compter, comme nous l'avons dit, en périodes de plein trafic, sur une moyenne générale d'environ 12 demandes de communications formulées chaque jour par chaque abonné, dont environ 1,8 se localisent pendant l'heure la plus chargée de la matinée entre 10 heures et 11 heures, soit à traiter dans une journée, pour les 130.000 abonnés de Paris, un nombre total de communications d'environ 1.500.000, dont environ 230.000 entre 10 heures et 11 heures.

Pour déterminer l'outillage nécessaire à un bureau

Digitized by Google

central téléphonique et fixer l'effectif des téléphonistes à utiliser aux différentes heures de la journée, les statistiques du trafic d'ensemble de la circonscription à desservir servent de base à toutes les prévisions.

Les chiffres qu'on a l'habitude de prendre comme base, d'après les résultats qu'a donnés l'expérience, sont les suivants :

1° Une téléphoniste de départ peut traiter, pendant les heures de plus fort travail, de 160 à 180 appels à l'heure ;

2° Une téléphoniste d'arrivée peut établir, pendant ces mêmes heures, de 360 à 450 communications à l'heure, suivant les commodités que lui donne l'outillage dont elle dispose.

Incidents et difficultés de Service

Nous voyons tout d'abord qu'une téléphoniste de départ sera chargée d'assurer le service d'un certain nombre d'abonnés, ce nombre étant déterminé par l'importance habituelle de leur trafic, de telle manière que le travail de la téléphoniste pendant l'heure la plus chargée ne dépasse pas une certaine limite. Suivant les quartiers, une même téléphoniste de départ peut ainsi avoir à desservir de 75 à 120 abonnés. Mais, en pratique, les appels des 100 abonnés qu'aura à desservir par exemple une téléphoniste ne se présentent pas d'une façon régulière à raison de un appel toutes les 20 secondes par exemple ; ils subissent les fluctuations propres aux événements soumis au hasard ; des à-coups importants et inattendus se produisent, des appels en nombre plus ou moins grand se présentent en même temps ou se succèdent à des intervalles très rapprochés, puis vient ensuite une période de calme, à laquelle succède encore une nouvelle pointe de trafic.

Le travail de la téléphoniste, qui doit faire face à tous ces à-coups, est donc un travail d'allure essentiellement irrégulière qui nécessite à de fréquents instants un effort d'activité, souvent intense, pour éviter les embouteillages momentanés.

Le caractère tout à fait spécial de ce genre de travail vous explique pourquoi il nous arrive, quand nous téléphonons, de subir parfois une attente que nous trouvons très longue, alors que, quelques minutes auparavant, la téléphoniste nous avait répondu presque immédiatement. Et, quand après une longue attente, nous reprochons vivement à notre téléphoniste d'être négligente dans son service, alors que précisément cette attente était due en général à ce que cette téléphoniste était momentanément surmenée, nous comprenons maintenant pour quelle raison il peut lui arriver malheureusement quelquefois de ne pas accueillir nos reproches avec une complète résignation.

Mais en dehors des attentes, le téléphone ménage malheureusement trop souvent d'autres déceptions à ses clients : ce sont les erreurs et les fausses manœuvres.

A l'occasion des deux transmissions successives du numéro demandé, d'une part de l'abonné à la téléphoniste de départ, puis d'une téléphoniste à l'autre jusqu'au bureau d'arrivée, des confusions peuvent se produire entre numéros par suite d'une articulation insuffisamment nette ou simplement en raison des consonnances de certains nombres, par exemple dix et six, sept et quatre, trente et quarante, etc. Et chaque confusion fait malheureusement deux mécontents, la personne qui a obtenu un faux numéro et celle qui a été dérangée à tort...

Quant aux fausses manœuvres, elles résultent en général de ce que, dans les moments de travail intense, chaque téléphoniste a devant elle un assez grand nombre de communications établies qui donnent un enchevêtrement assez serré d'une trentaine de cordons qu'elle doit manœuvrer sans se tromper. Une confusion de sa part, ou un geste maladroit ont pour conséquence qu'une communication en cours est coupée, ce qui fait encore deux mécontents, ou qu'un abonné est branché sur une conversation déjà en train, ce qui alors fera trois mécontents. Telles sont les principales difficultés résultant du caractère même du travail de la téléphoniste. Il faut y ajouter quelques difficultés résultant de la situation actuelle du réseau de Paris et qui nous feront comprendre qu'il est nécessaire d'en transformer l'outillage.

Situation actuellement défavorable du Réseau de Paris

Le matériel d'un bureau central téléphonique est très complexe ; il comporte des agencements électriques qui utilisent de nombreux électros ou relais, fermant les contacts nécessaires à l'établissement des circuits de conversation et à la commande des signaux placés devant les téléphonistes. Chaque communication établie entre deux abonnés met en jeu une dizaine de ces relais, dont le bon fonctionnement électrique est indispensable pour que tout incident soit évité.

Un multiple téléphonique desservant dix mille lignes d'abonnés comporte plus d'un million de soudures qui doivent être toutes maintenues en bon état. C'est dire que l'entretien du matériel d'un bureau central et le réglage de tous les organes qu'il comporte nécessitent un soin tout particulier de la part de spécialistes électriciens très exercés.

Et malgré tous les soins apportés à l'entretien, le

Digitized by Google

matériel s'use et, pour assurer un bon service, il devrait être remplacé après une vingtaine d'années de fonctionnement.

Or, le matériel actuel d'un certain nombre des bureaux de Paris est déjà trop ancien, il est très usagé et sujet à trop de dérangements. Certaines parties de multiples datent de près de trente ans et une grande partie de l'outillage est en service depuis près de vingt années.

Par suite de la guerre et des difficultés budgétaires qui l'ont suivie, pendant près d'une dizaine d'années l'entretien n'a pas toujours pu être assuré d'une façon suffisante et certains travaux d'amélioration ou d'extension n'ont pu être exécutés par manque de crédits; si bien qu'on peut considérer que le développement du réseau de Paris est actuellement en retard d'au moins six années sur le programme qui était en cours d'exécution en 1914.

Ajoutons à cela que le service téléphonique, comme toutes les grandes entreprises employant un nombreux personnel, souffre de difficultés de recrutement, que la qualité et le rendement de la main-d'œuvre ont tendance à diminuer progressivement alors que les salaires, qui constituent la plus forte dépense d'exploitation, augmentent sans cesse sans que les tarifs aient été élevés dans la même proportion, et nous comprendrons que, dans les conditions actuelles, d'une part la qualité du service ne soit pas satisfaisante et que, d'autre part, le résultat financier de l'exploitation soit notablement insuffisant.

Je dois dire que tous les grands réseaux téléphoniques étrangers ont eu à subir une difficile période de crise depuis la guerre; le réseau de New-York lui-même n'y a pas échappé il y a quelques années, mais, en France, cette crise s'est prolongée plus longtemps par suite de l'importance des difficultés financières dont nous souffrons.

(*A suivre.*)

L. DROUËT,
Ingénieur en chef des Postes, Télégraphes et Téléphones, Directeur des Services Téléphoniques de Paris.

LE PROBLEME DU CANCER

(suite)

II

Le Cancer. — Son traitement par la radiothérapie et la curiethérapie chirurgicales.

Contre le Cancer, mal local au début, dont le diagnostic précoce est capital pour permettre sa suppression avant le stade d'envahissement, quels sont les moyens dont nous disposons?

Ils sont au nombre de trois principaux :

L'exérèse chirurgicale;

La radiothérapie;

La curiethérapie.

Le plus ancien de ces remèdes, et le premier qui vient à l'esprit, c'est l'extirpation chirurgicale, c'est une méthode qui restera toujours excellente à condition qu'on puisse faire une opération très large, de manière à dépasser de beaucoup les limites du mal. Mais on est souvent bridé par les conditions anatomiques des régions envahies qui ne permettent pas des ablations suffisamment étendues ou les rendent très dangereuses, ou nécessitent des mutilations trop importantes. Et alors, une autre méthode s'est créée, dont les résultats s'améliorent de jour en jour : c'est non plus l'extirpation, mais la destruction sur place du cancer, en respectant les tissus avoisinants grâce à l'emploi des rayons X et du radium.

Radiothérapie. — Il y a longtemps qu'on utilise la radiothérapie pour la destruction des néoplasmes superficiels, mais pour pouvoir agir dans la profondeur il était nécessaire d'avoir un rayonnement qui ne s'affaiblît pas trop vite. Or, toutes les radiations comprises dans la catégorie des rayons X et des rayons γ du radium, en même temps qu'elles s'affaiblissent suivant la loi du carré de la distance, sont soumises à une absorption des tissus telle que l'accroissement de cette absorption est lié au cube de l'augmentation de la longueur d'onde du rayon employé, ce qui revient à dire que lorsqu'une radiation est d'une longueur d'onde deux fois plus grande, elle est huit fois plus absorbée, ou, ce qui revient au même, huit fois moins pénétrante. Il en résultait, avec l'emploi de la radiothérapie à tension moyenne, que l'action efficace dans les tissus était presque nulle au-dessous de quelques centimètres, mais qu'en revanche l'absorption par la peau était tellement considérable qu'on risquait de graves radio-dermites en surface avec une action nettement insuffisante en profondeur.

Comme le fait justement remarquer R. Coliez, dans un très intéressant article consacré à la radiothérapie pénétrante (1), le traitement des cancers éloignés de la peau comme par exemple le cancer du col de l'utérus n'est devenu possible qu'à partir du moment où les progrès de l'appareillage ont permis l'obtention de rayons très pénétrants.

Sans entrer dans des détails hors de proportion avec la dimension de cet article, il est bon de rappeler comment l'augmentation de tension du courant

(1) R. Coliez. — La radiothérapie intensive à grande profondeur. — *La Clinique*, juillet 1922, p. 181.

Digitized by Google

électrique secondaire est réclamée pour la production de ces rayons pénétrants.

On sait que dans une ampoule de Roentgen le courant électrique est établi entre la cathode, c'est-à-dire le pôle négatif, et l'anticathode, c'est-à-dire le pôle positif, au moyen d'un jet continu de particules électriques comportant chacune une charge unitaire négative, nommées électrons, qui forment ce qu'on appelle le faisceau cathodique, qui se dirige de la cathode vers l'anticathode (car le courant électronique se dirige en sens inverse de la représentation schématique du courant électrique supposé *a priori* aller du pôle positif au pôle négatif).

Plus l'écart de potentiel entre la cathode et l'anticathode est grand, c'est-à-dire plus la tension du courant envisagé est considérable, plus les électrons se précipitent avec vitesse sur l'anticathode et plus cette arrivée en bombardement des électrons sur l'anticathode est rapide, plus petite est la longueur d'onde des rayons X dont la production est déterminée par ce choc électronique.

Pour fixer les idées, si on emploie un courant secondaire d'une tension de 124.000 volts, la longueur d'onde des rayons les plus pénétrants ainsi obtenus correspond à 1/10 d'unité Angström (1), c'est-à-dire à un rayon d'une pénétration suffisante pour agir efficacement dans la profondeur. Mais l'ensemble des rayons X obtenus par le choc des électrons sur l'anticathode est complexe. La formule permet de calculer les rayons de la plus courte longueur d'onde, mais ils sont accompagnés de rayons d'une beaucoup plus grande longueur d'onde et qui sans action efficace dans la profondeur risqueraient par leur absorption considérable d'avoir un effet nocif sur la peau.

C'est le rôle du filtrage d'éliminer ces rayons dits mous. Avec un filtre d'un millimètre de cuivre, recouvert à sa face inférieure d'une lame d'aluminium pour arrêter les rayons secondaires nés du cuivre, on arrive à n'utiliser qu'une mince bande de rayons dans la zone du faisceau le plus pénétrant. Comme la tension de 125.000 volts est la tension limite minima pour obtenir des faisceaux suffisamment pénétrants, et qu'alors ceux-ci nous sont fournis en faible quantité, il est pratiquement nécessaire d'avoir une tension de 200.000 volts et c'est aux appareils utilisant cette tension qu'est actuellement réservé le nom d'appareils de radiothérapie pénétrante.

(1) L'unité Angström désigne une longueur d'onde de 10^{-8} cm. c'est-à-dire un cent millionième de centimètre. Le 1/10 d'Angström correspond à un millardième de centimètre : l'unité Angström est représentée par un A majuscule surmonté d'un petit croissant à concavité supérieure : Å.

Avec de tels appareils pour un champ d'application de dimension moyenne, la dose de rayonnement arrivant dans la profondeur est d'environ 25 à 30 % de la dose reçue par la peau (nous avons dit que lorsqu'on emploie de très grands champs il y a un enrichissement du faisceau dans la profondeur qui tient à l'utilisation plus complète du phénomène de la diffusion).

Pour arriver à donner dans la profondeur une dose égale à celle de la tolérance de la peau, comme celle-ci reçoit pratiquement une dose quatre fois plus forte que celle arrivant à la tumeur et qu'on est bridé par la limite de tolérance cutanée qu'on ne peut dépasser sans inconvénient, les radiothérapeutes ont été amenés à multiplier les portes d'entrée, c'est-à-dire en pratiquant la méthode dite « des feux croisés » à viser la tumeur en se plaçant successivement en des points différents de la surface cutanée. C'est ainsi qu'en employant quatre portes d'entrée on arrive à donner à une

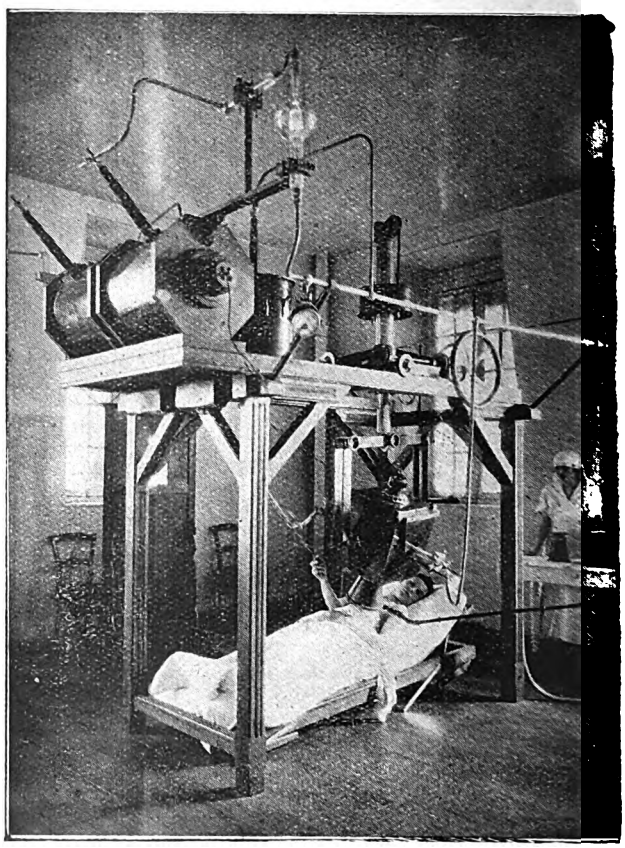


Fig. 180. — Séance de radiothérapie pénétrante avec l'installation de Casel.

tumeur profonde une dose égale à la dose de tolérance cutanée sans léser la peau.

Pratiquement, avec les rayons X il faut, pour

Digitized by Google

avoir une action vraiment efficace sur une tumeur, lui donner plus que la dose de tolérance cutanée. On arrive à ce résultat en multipliant davantage les portes d'entrée quand c'est possible, ou en dépassant légèrement de parti pris cette tolérance cutanée et en déterminant alors des lésions de l'épiderme qui finissent en général par se cicatriser au bout de quelque temps.

Les ampoules à rayons X qui servent au traitement doivent être soigneusement enveloppées d'une cupule (1) anti X permettant de protéger le malade et de ne laisser passer que juste le faisceau utilisé, lequel délimité par un localisateur, (Fig. 180) vient agir sur la peau, dans la zone préalablement repérée. La peau à cet endroit est protégée par une compresse et du caoutchouc de façon à ne pas être lésée par les rayonnements secondaires qui auraient pu naître du localisateur (dans tout traitement par les

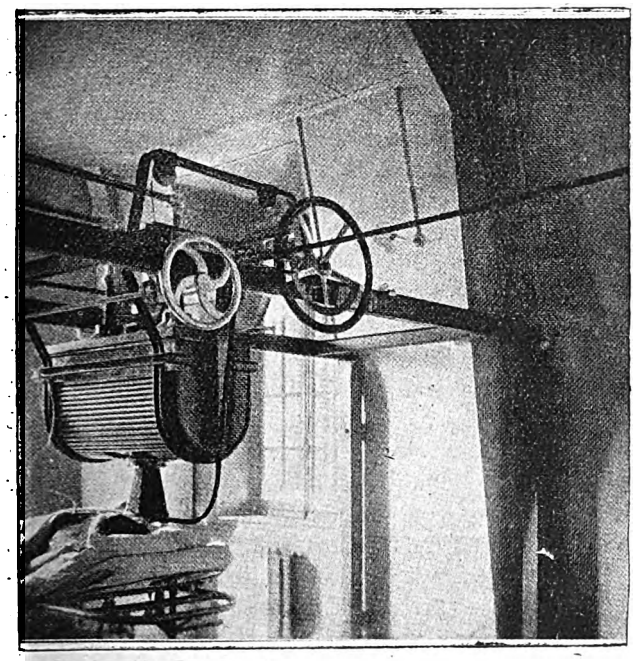


Fig. 181. — Radiothérapie pénétrante.
Cuve à huile de Gaiffe.

radiations la protection contre les rayons secondaires est de la plus haute importance).

Il existe différentes sortes de cupules protégeant les ampoules à rayons X, les cupules en verre au plomb, surtout employées dans les appareils allemands, les cupules en bakélite à double paroi, contenant de la poudre au minium utilisée par Casel (Fig. 180), les cuves de plomb contenant une huile (Fig. 181) dans laquelle est immergée l'ampoule, procédé employé par Gaiffe sur les indications de Ledoux-Lebard. Le volume de l'ampoule et de la cupule font que le foyer d'origine des rayons X, ce qu'on appelle le *focus*, se trouve à environ 30 centimètres de la peau. On préfère le plus souvent l'éloigner davantage pour avoir un meilleur rapport de la dose profonde cutanée.

Il est très important de connaître à chaque moment la dose donnée et de connaître également la totalité de la dose donnée dans une séance. On arrive à ce résultat en employant l'excellent appareil de Solomon (Fig. 182), son ionomètre, dont la chambre d'ionisation vient se placer presque au contact de la peau du malade et qui permet de suivre graduellement sur un cadran éclairé la quantité de rayons qui passe.

Cet appareil est gradué en unités R. Pratiquement avec un filtrage de 1 millimètre de cuivre on peut admettre qu'on peut aller dans les régions où la peau n'est pas particulièrement sensible, jusqu'à 4.000 R par porte d'entrée, sans dépasser la tolérance cutanée. Reportée aux anciennes unités H, cette dose de 4.000 R correspond à 20 unités H, alors qu'avec l'utilisation de l'ancienne radiothérapie non pénétrante, la dose de 5 H était déjà une dose considérable pour la sensibilité cutanée. Mais avec les appareils et les filtrages actuels pour une même dose de rayonnement la quantité de rayons qui s'arrêtent dans la peau est environ 8 fois moins grande. Cette dose de 4.000 R est obtenue en un temps qui varie de un quart d'heure à une heure, suivant les appareils. Ces séances sont généralement renouvelées tous les jours pendant une ou deux semaines.

C'est ainsi qu'avec la radiothérapie dite pénétrante on peut avec un minimum de lésions cutanées avoir une action très efficace sur des tumeurs situées dans la profondeur.

Il y a encore peu de temps, cette radiothérapie pénétrante était le seul moyen d'appliquer des radiations sur une tumeur profonde un peu étendue, car l'action du radium semblait devoir être limitée à des néoplasmes de dimensions restreintes.

Avec les nouveaux appareils de radium, dits appareils de surface, il a été possible de remédier à cette imperfection et aujourd'hui la curiethérapie est susceptible d'avoir pour ainsi dire toutes les indications qui étaient réservées en matière de tumeur à la Roentgenthérapie.

Curiethérapie. — Le rôle du radium dans le

**

(1) Cette protection est valable pour le malade, mais pour les manipulateurs ou manipulatrices chez qui les faibles doses qui traversent les cupules ainsi que les rayons secondaires émis par le malade et la table finissent par s'additionner d'une manière nocive, il est nécessaire de les mettre **complètement à l'abri en les éloignant des appareils et en les faisant se tenir dans une pièce adjacente à la pièce d'application, laquelle elle-même, doit avoir ses murs revêtus d'une couche de plomb.**

Digitized by Google

traitement du cancer est tellement considérable qu'il est indispensable que nous nous arrêtions quelques instants sur cette découverte dont on peut dire qu'elle a profondément modifié l'avenir des cancéreux.

C'est le 26 décembre 1898 que Pierre Curie et Madame Curie dans une note de trois pages, — dont la simplicité, la modestie et la grandeur sont un incomparable monument de puissance scientifique, — ont annoncé au monde la découverte du radium. L'apparition de ce corps merveilleux a bouleversé les sciences physiques au point qu'on peut dire qu'avec l'étude de la radio-activité s'est ouverte une ère nouvelle.

Les résultats pratiques obtenus par l'utilisation du radium au traitement des tumeurs ne sont pas moins remarquables, et c'est pourquoi nous devons saluer de notre reconnaissance la mémoire immortelle de Pierre Curie et exprimer à sa géniale collaboratrice, Madame Curie, l'hommage de notre immense gratitude.

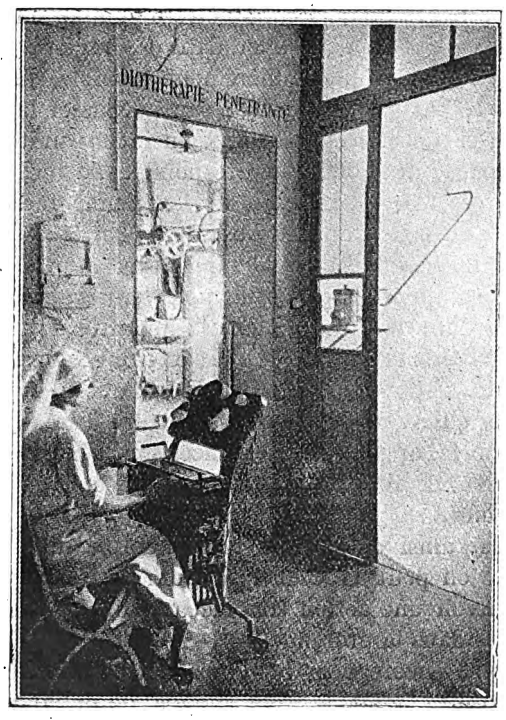


Fig. 182. — Ionomètre de Salomon. L'infirmière manipulatrice contrôle à distance la quantité de rayons X donnés grâce à l'ionomètre relié par un long tube à la salle de traitement.

C'est en effet l'admirable collaboration de Pierre Curie et de Madame Curie, dont, suivant le mot si juste du Professeur Perrin, « l'histoire n'offre pas d'autre exemple tant il est rare qu'un homme et une femme, l'un et l'autre parmi les plus grands, se trouvent sans effort en tous points, de même niveau et si parfaitement adaptés que dans le travail commun l'originalité de l'un n'étouffe pas celle de l'autre », qui a abouti à la plus grande des découvertes qui ait pu être utilisée dans l'art de guérir.

Quand Pierre Curie et Madame Curie eurent découvert et isolé ce corps merveilleux qui, soleil invisible, envoie constamment des rayons susceptibles des effets les plus puissants, on ne soupçonnait pas tout d'abord les applications biologiques qu'il était susceptible d'avoir. Mais M. Becquerel, qui était un peu le parrain du radium par sa découverte de la radio-activité de l'uranium, ayant reçu comme don un petit tube de radium, le portait précieusement sur lui. Il eut bientôt en regard de l'endroit où se trouvait le tube qui n'avait jamais approché la peau, une brûlure tenace qui fut longue à guérir.

Pierre Curie, avec l'admirable esprit de contrôle et de probité scientifique qui caractérisaient ce grand génie, répéta sur lui-même l'expérience et put arriver à se donner une brûlure analogue.

On en déduisit donc que les rayons du radium avaient à partir d'une certaine dose une action destructrice sur les tissus vivants. Le Docteur Danlos, de l'hôpital Saint-Louis, demanda alors en 1902 à Pierre Curie, du radium, que celui-ci mit libéralement à sa disposition et avec lequel il chercha à détruire par brûlure de petits cancers cutanés. Il y réussit et à la place de la tumeur cautérisée qui tomba, s'établit une cicatrice souple et régulière. La radiumthérapie, ou, comme on dit plus justement aujourd'hui, la Curiethérapie, était née. Toutefois, à cette époque, on demandait simplement une action caustique aux rayons du radium alors qu'il est permis de leur demander beaucoup mieux.

Les rayons du radium sont en effet des rayons très complexes et en les sélectionnant convenablement on peut arriver à des résultats qui, à première vue, semblent absolument extraordinaires.

Ces rayons ont été classés par Rutherford, le grand physicien anglais qui vient d'être nommé docteur *honoris causa* de l'Université de Paris, en rayons α, β, γ.

Les rayons α sont des atomes d'hélium chargés positivement et lancés avec une vitesse maxima de 20.000 kilomètres par seconde mais qui ne peuvent, dans l'air, parcourir plus de 7 centimètres et sont arrêtés par le moindre obstacle : ils ne peuvent franchir plus de 0 mm. 06 d'aluminium et sont arrêtés par la couche toute superficielle de la peau ; ils sont facilement déviés par des champs magnétiques ainsi que les rayons canaux de l'ampoule de Crookes auxquels ils sont analogues. Inutilisés en thérapeutique, sauf comme révulsifs énergiques, ils représentent 92 % de l'énergie du radium.

Digitized by Google

Les rayons β sont tout à fait analogues aux rayons cathodiques, sont, comme eux, fortement déviés par le champ magnétique (le sens de la déviation étant l'inverse de celui des rayons α), et sont formés d'électrons, c'est-à-dire, comme nous l'avons déjà dit, de charges unitaires d'électricité négative. Ils sont projetés avec une grande vitesse, voisine de celle de la lumière pour les β rapides, beaucoup moins rapide pour les β lents. Ils représentent 3, 2 % de l'énergie totale du radium. Les rayons α et les rayons β sont donc des rayons corpusculaires.

Tout autres sont les rayons γ. Ces rayons γ qui représentent 4,8 % de l'énergie du radium, ne sont pas déviés par le champ magnétique et sont assimilables aux rayons Roentgen. Ils sont, comme eux, de *nature ondulatoire* mais de beaucoup plus courte longueur d'onde que tous les rayons X obtenus à ce jour; leur longueur d'onde est en effet de l'ordre de grandeur du centième d'Angström.

Ce sont proprement les rayons γ qui sont employés en thérapeutique. Dans quelques cas, et en suivant alors une technique spéciale, des rayons β peuvent être exceptionnellement utilisés, mais ils ont une action caustique sans sélection bien marquée.

En réalité, ces différents rayons ne naissent pas directement du radium. Supposons un instant que nous puissions imaginer un tout petit bloc de sel de radium, du poids atomique 226, privé de tous ses produits de transformation. Par suite de sa constante désintégration, il produit par destruction spontanée de ses atomes et pour chaque atome brisé (soit un sur 75 milliards par seconde) un atome d'émanation du poids atomique 222, et un atome d'hélium du poids atomique 4, sous forme d'un rayon α.

L'émanation se détruit à son tour en donnant successivement du radium A du poids atomique 218, plus une particule α du poids atomique 4, lequel radium A se détruit à son tour en donnant du radium B du poids atomique 214, plus une particule α du poids atomique 4.

Ce radium B émet des rayons β lents et se transforme en radium C du poids atomique également 214 qui lui, émet des rayons β rapides et des rayons γ. Ce radium C se transforme à son tour en radium D du poids atomique 210, en radium E, en Radium F (Polonium) puis en plomb du poids atomique 206.

Le radium, malgré qu'il expulse 136 millions de particules α par seconde et par milligrammme, ne diminue de moitié qu'en 1.700 années. Il a une vie moyenne de 2.400 ans (1).

Les atomes de radium (226) qui ont expulsé leurs particules d'hélium deviennent de l'*émanation* (222). Celle-ci, si le tube renfermant le radium est fermé, s'y accumule. C'est un véritable gaz qu'on peut, si besoin est, introduire dans de petites aiguilles. On peut le liquéfier à une température de l'ordre de 150 degrés au-dessous de zéro.

Le radium émet une certaine quantité d'émanation par heure. Cette émanation se détruit en partie mais si le tube est fermé, cette quantité s'y accumule pour, au bout d'un mois environ, être équivalente à la quantité qui se détruit : le tube est dit alors « en équilibre ». La quantité d'émanation qui équilibre ainsi un gramme de radium et est avec lui dans un rapport de $\frac{1}{150.000}$ (inverse des rapports des vies moyennes des deux corps) est dite *un curie;* celle qui équilibre 10 milligrammes de radium, *dix millicuries*, et ainsi de suite.

Quant à l'émanation, si nous l'avons recueillie dans un tube scellé, elle s'y désintègre selon une loi exponentielle telle qu'au bout de 3 jours 85 la moitié en est détruite; 3 jours 85 plus tard, la moitié de la moitié restante sera détruite et ainsi de suite. Sa vie moyenne est de 5 jours et 13 heures, soit 133 heures. Cette décroissance progressive fait qu'après une période d'engouement, l'émanation est, au point de vue thérapeutique, de plus en plus abandonnée au profit des sels de radium (2), dont le rayonnement est constamment égal à lui-même.

Les rayons γ, rayons vibratoires, sont, avons-nous dit, les seuls qui aient une action élective vis-à-vis des néoplasmes. Ces rayons, comme s'ils étaient intelligents, viennent choisir les tissus cancéreux qu'ils détruisent, en respectant les tissus sains qui les entourent, séparant ainsi l'ivraie détruite de la bonne graine laissée en place et ne laissant subsister que ce qui doit subsister. Cette action élective est beaucoup plus marquée que celle des rayons X qui la possèdent déjà.

(1) On appelle *vie moyenne* d'un corps radio-actif le temps que ce corps mettrait à se détruire si au lieu de se détruire comme il le fait en réalité suivant une loi de décroissance organisée telle qu'à chaque moment c'est une même fraction de la quantité restante qui se détruit, il se détruisait, pour ainsi dire arithmétiquement, c'est-à-dire si la quantité totale de destruction à n'importe quelle heure était égale à celle de la première heure. Pour désigner la vie d'un corps radio-actif on se sert donc de deux chiffres, l'un celui de la vie moyenne, conception schématique, mais fausse, et l'autre, celui du temps de demi-destruction, qui correspond à une réalité mensurable. La vie moyenne est généralement représentée par la lettre T et la demi-destruction par T2. Les deux nombres qui correspondent à ces deux expressions sont dans le rapport approximatif de 10 à 7, exactement de 1 à 0.69315 (logarithme népérien de 2).

(2) Le radium est lui-même né de l'uranium comme l'émanation naît du radium. Le radium est dans les minerais, en équilibre avec l'uranium dans la proportion de 1 p. 3.300.000. L'uranium a donc une vie moyenne de $2410 \times 3.300.000$ soit environ 8.000.000.000 d'années.

Digitized by Google

Comment une telle chose est-elle possible?

Parce que les rayons vibratoires, rayons γ du radium, ainsi que les rayons X émis par l'ampoule de Roentgen ont une action élective sur le noyau des cellules néoplasiques, et vis-à-vis de cette action les cellules ont elles-mêmes une sensibilité dont les conditions sont variables.

Le maître illustre Bergonié, le savant immortel qui, après avoir doté pendant la guerre la chirurgie d'un merveilleux appareil pour l'extraction des projectiles, a consacré dans la paix toute l'énergie de son âme à organiser la lutte contre le cancer, sacrifiant son bras d'abord, sa vie ensuite, sur l'autel de la science, avait déjà, voici 20 ans, défini ces conditions variables de la sensibilité cellulaire vis-à-vis des radiations, en édifiant une loi dont l'application vise aussi bien l'action du radium que des rayons X sur les tissus vivants. Là est l'explication des résultats qui nous semblent paradoxaux et miraculeux.

Bergonié et son élève Tribondeau, mort glorieusement à Corfou pendant la guerre, ont, en 1904, ainsi établi les lois de la sensibilité des tissus à l'action des radiations. Ils ont montré que plus il y avait, dans un tissu, de cellules en division ou susceptibles de se diviser, plus ce tissu était sensible.

Or, les tumeurs cancéreuses rentrent absolument dans cette définition. Rappelons-nous que nous avons vu, aussi bien pour la greffe que dans le développement spontané, le cancer débuter par un amas de quelques cellules qui, par leur mutiplication indéfinie, arrivent à faire une tumeur toujours croissante et par conséquent toujours fragile aux radiations. Le remède est ainsi à côté du mal.

La cellule cancéreuse diffère de la cellule normale par son volume, par les caractères de son noyau et de son protoplasma.

Dans l'ensemble elle est volumineuse, son noyau est généralement considérable, assez arrondi et nettement isolé du protoplasma. L'hyperchromatophilie, c'est-à-dire l'attraction du noyau pour les matières colorantes est très marquée.

Toutes ces anomalies et toutes ces lésions traduisent d'une façon évidente la maladie du noyau qui est à la base de la néoplasie cancéreuse et viennent à l'appui des théories de ceux qui pensent que ce noyau ou la cellule sont parasités par un organisme infiniment petit et qui, jusqu'aux recherches de Gye et Barnard, s'était dans tous les cas dérobé aux investigations les plus minutieuses:

C'est cette activité nucléaire qui assure d'abord l'augmentation du volume du cancer et ensuite sa colonisation par émigration des cellules le long des vaisseaux lymphatiques ou par embolie dans les vaisseaux sanguins.

L'envahissement le long des vaisseaux lymphatiques se fait suivant un très curieux mécanisme étudié par le grand chirurgien anglais Handley, sous le nom de perméation, et qui fait que les cellules néoplasiques viennent progressivement recouvrir la paroi interne des troncs lymphatiques comme des plantes grimpantes glissent le long d'un treillage.

Fig 183. — Appareil de surface en pâte Columbia portant sur « socles » de nombreux tubes de radium.

Contre le développement de ces cellules néoplasiques, quelle est l'action des rayons du radium et des rayons X?

Mais tout d'abord, comment convient-il d'appliquer les rayons du radium? Pour les rayons X nous avons vu que l'ampoule entourée d'une cupule isolante, sauf à l'endroit où sort un faisceau large de quelques centimètres, est placée à environ 30 ou 40 centimètres du malade et que les rayons filtrés au travers d'un millimètre de cuivre doublé d'aluminium se dirigent vers la tumeur, au travers d'une large porte d'entrée.

Pour le radium, on dispose de beaucoup plus petits faisceaux : le radium est en général enfermé dans de petits tubes qui contiennent chacun d'une façon schématique, 10 milligrammes de radium-élément pour les gros tubes, et 2 milligrammes pour les petits. Ces tubes qui ont une longueur d'environ un centimètre pour les petits et d'environ 2 centimètres pour les plus grands, sont formés d'une

Digitized by Google

paroi de platine ayant un millimètre d'épaisseur. Cette épaisseur de platine permet d'éliminer totalement les rayons α, les rayons β et 66 % de ce qu'on appelle les γ mous, c'est-à-dire de γ dont la longueur d'onde est sensiblement plus grande (plus de deux fois) que celle des autres γ dits γ durs. Cette épaisseur de platine est suffisante pour les tubes, qui seront enfermés dans l'intérieur des tumeurs au moyen d'un trocart spécial (au lieu d'enfoncer ces petits tubes au moyen d'un trocart, on peut avoir recours à la radiumpuncture au moyen d'aiguilles chargées de sel de radium ou remplies d'émanation de radium). Alors le rayonnement γ mou qui sort du filtre ainsi que le rayonnement mou du filtre, sont absorbés par le tissu péritumoral, et déterminent une très petite zone de nécrose.

Pour les tubes qui sont mis dans les cavités du corps au contact de muqueuses, il convient d'employer un filtrage deux fois plus fort, de 2 millimètres de platine, qui supprime alors non plus 66 mais environ 87 % du rayonnement γ mou et de recouvrir ce filtre de platine au moyen d'un tube de caoutchouc exempt de sels métalliques qui supprime tout rayonnement secondaire.

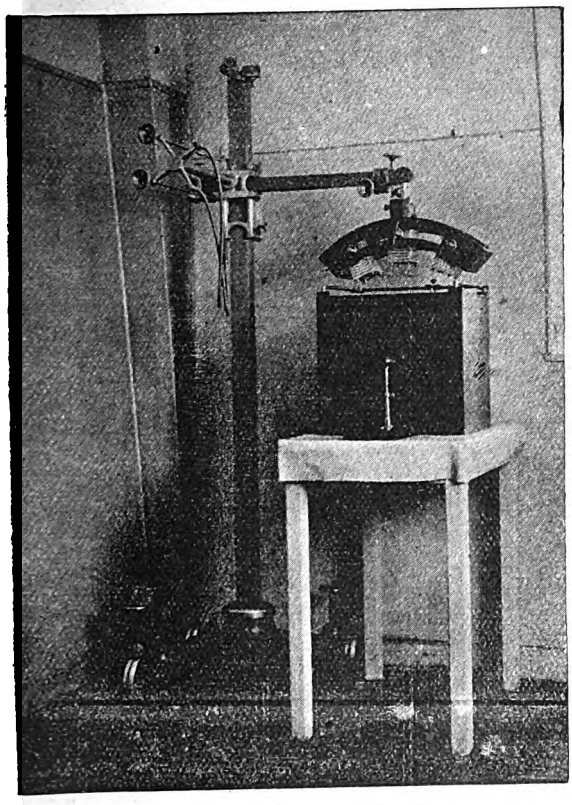


Fig. 184. — Appareil de Colicz et Mallet pour application de radium à distance. L'appareil est placé au-dessus du fantôme pour la mesure de son action en profondeur avant l'application au malade.

Il faut ajouter que l'appareil porte-tubes sera disposé de manière à ce que jamais l'extrémité d'un tube ne puisse venir appuyer directement sur une muqueuse et s'en coiffer. En effet comme nous avons eu l'occasion de le dire, les radiations suivent dans les variations de leur intensité la loi du carré de la distance et la conséquence de cette loi inexorable fait que si la dose avait été calculée pour un tube se tenant à un centimètre de la paroi, s'il vient à s'en rapprocher au point de ne plus être qu'à un millimètre, la dose est cent fois plus forte, et s'il vient presque au contact, c'est-à-dire à 1/10 de millimètre, la dose est alors 10.000 fois plus forte. Là où il y aurait eu à un centimètre de distance une action bienfaisante, il peut y avoir au contact une grave brûlure et une perforation.

C'est pour cela qu'il faut savoir « créer de la distance » suivant la très juste expression de Regaud.

La pose de tubes à l'intérieur des tumeurs à traiter ou disposés à distance des muqueuses qui recouvrent ces tumeurs, constitue ce qui a été appelé de la thérapeutique focale, c'est-à-dire du traitement au moyen de foyers portés au niveau des lésions.

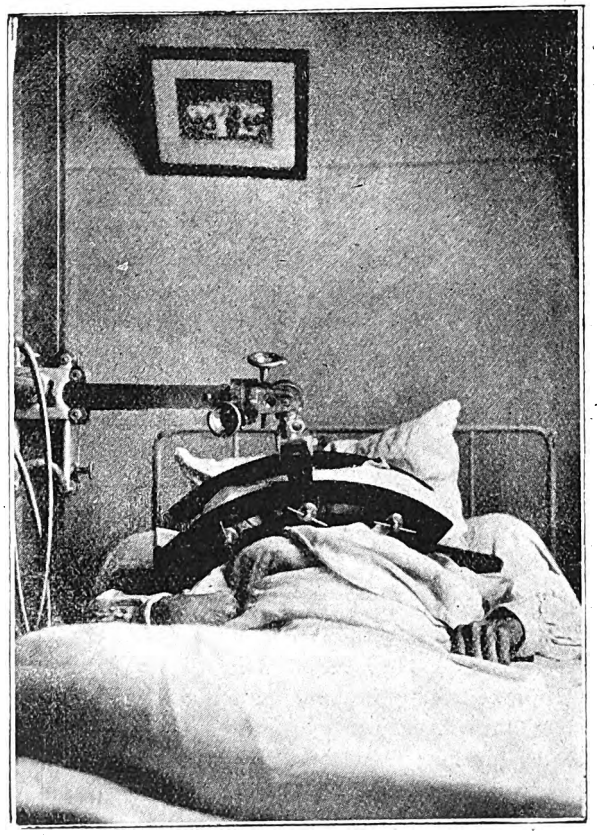


Fig. 185. — L'appareil de Colicz et Mallet au cours de son application chez un malade.

Digitized by Google

Mais il est possible aussi de faire agir le radium à distance, à la manière des rayons X, au moyen de larges appareils de surface.

Si l'on voulait utiliser, par exemple, un foyer de 10 milligrammes de radium au-devant de la paroi abdominale, à une distance de 10 centimètres par exemple, on se rend compte que la dose reçue en profondeur serait beaucoup trop minime. Mais si on multiplie les foyers de telle manière que le cône de rayonnement émis par chacun d'eux se croise dans la profondeur avec celui émis par ses voisins, on voit qu'on arrive à un enrichissement du rayonnement dans la zone profonde et que l'affaiblissement ne suit plus alors les lois applicables à l'étude du rayonnement parti d'un foyer punctiforme. En fait, les grands appareils de surface en pâte Columbia, (fig. 183) pâte formée de cire et de sciure de bois, tels qu'ils ont été imaginés par Regaud, permettent d'avoir un excellent rayonnement dans la profondeur et pratiquement remplacent de plus en plus les applications de radiothérapie.

On a été plus loin encore, et Coliez et Mallet ont décrit un appareil qui grâce à l'utilisation de masses considérables de radium comprises dans trois cassettes en plomb, orientées toutes trois vers la tumeur à traiter dans la profondeur (fig. 184) permet d'obtenir un ensemble de faisceaux particulièrement pénétrants (fig. 185).

Nous avons posé en principe que plus un tissu est riche en divisions cellulaires, plus il est sensible à l'action des radiations du radium, comme à celles émises par l'ampoule Roentgen. Comment donc se manifeste cette radio-sensibilité?

Objectivement de la manière suivante : lorsqu'on fait une application de radium et qu'au bout d'une semaine on fait un petit prélèvement de la tumeur traitée, qu'on le compare au prélèvement fait avant le traitement, c'est-à-dire à la première biopsie indispensable pour bien préciser ce que doit être le traitement, on constate sur ce deuxième prélèvement que les cellules néoplasiques ont subi une sorte d'hypertrophie monstrueuse de leur noyau et qu'elles commencent à dégénérer par place. Une semaine plus tard apparaissent de grandes vacuoles ; huit jours plus tard il n'existe plus que des débris des corps cellulaires que les globules blancs vont venir résorber.

Par la mort des cellules qui constituent la tumeur, la partie serait donc gagnée si dans certaines parties de cette tumeur on ne voyait parfois persister certaines cellules néoplasiques capables de donner rapidement naissance à une récidive locale.

A quoi cela tient-il? Le plus souvent à l'insuffisance de la dose donnée ou à sa trop courte application.

Pour ce qui est de la dose reçue par la tumeur, chacun comprend que sa quantité a une importance très grande, une trop courte dose étant à tout le moins inoffensive et quelquefois même dangereuse, car alors au lieu de détruire elle excite, une trop forte pouvant produire de redoutables nécroses.

Or, s'il est facile de savoir exactement la quantité de radium appliquée, il peut être délicat de mesurer exactement les rayonnements reçus par la tumeur, et les appareils de mesure prennent de ce fait une importance considérable.

M. Mallet vient tout récemment de réaliser sous le nom de ionomicromètre (fig. 186) un explorateur mensurateur destiné à rendre à ce point de vue les plus grands services.

Cet appareil se compose d'un tout petit électroscope formé par une sphère creuse, transparente, d'un centimètre de diamètre, à l'intérieur de laquelle sont deux feuilles d'or qui peuvent s'écarter. L'écart de la feuille est facilement contrôlable au moyen d'un microscope et la durée de sa chute peut être aisément estimée au moyen d'un chronomètre très précis. Les dimensions réduites de l'électroscope permettent de comparer l'ionisation qu'il subit à celle subie par un centimètre cube de tissu vivant et permet également de venir le placer successivement dans tous les points d'un fantôme qui reproduit la région à traiter et permet d'apprécier la proportion des doses données en superficie et en profondeur.

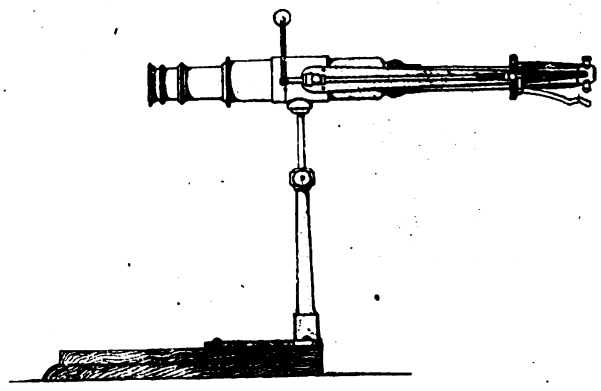


Fig. 186. — Iono-micromètre de Mallet et Danne.
A droite chambre d'ionisation A gauche microscope.

Un dispositif ingénieux permet, dès la chute de la feuille, de recharger l'appareil au moyen d'une lampe à 3 électrodes qui sélectionne les charges négatives nécessaires pour faire diverger les feuilles.

L'appareil se rechargeant ainsi immédiatement après s'être déchargé, tous les temps des chutes étant soigneusement mesurés, on arrive très rapidement à établir un diagramme d'action de l'appareil essayé.

On sait, d'autre part, quelles sont les doses limites

Digitized by Google

maxima de la tolérance cutanée et minima de la destruction néoplasique.

Ici, les circonstances sont plus favorables que pour les rayons X car la dose léthale pour la cellule néoplasique est en deçà de la dose de tolérance cutanée au lieu d'être au delà, comme pour les rayons X. L'action élective des rayons du radium est en effet beaucoup plus marquée que celle des rayons X, et Regaud a démontré que cette action élective s'accroît avec la diminution de la longueur d'onde.

Mais d'autre part cette action élective si utile disparaît avec la répétition des séances. Si en effet on pratique plusieurs applications successives les tissus néoplasiques deviennent de moins en moins sensibles comme s'ils étaient vaccinés et les tissus sains deviennent de plus en plus sensibles comme s'ils subissaient une sorte d'anaphylaxie.

Ces notions qu'on doit à Regaud, ont une très grande importance et nécessitent autant que possible dans le traitement par le radium l'unicité de la séance d'application.

Quant à la durée de cette application de radium, voici pourquoi elle joue un rôle considérable.

L'extrême sensibilité des cellules à l'action des rayons existe au moment précis où elles sont en division. A ce moment, la cellule est fragile. Qu'elle reçoive une dose convenable d'irradiation et la karyokinèse, c'est-à-dire la division, s'arrête ou tout au moins, comme l'ont montré les beaux travaux de Lacassago et O. Mond, est profondément altérée ; la cellule est frappée dans sa descendance, les deux petites cellules filles ou ne seront pas viables, ou resteront stériles.

Mais si l'irradiation a frappé le noyau de cellules au repos dont les réseaux chromatiques sont encore solidement agencés et bien défendus par le protoplasma, pour des doses qui seraient nettement stérilisantes à l'état de division, ces cellules au repos restent protégées comme des microbes à l'état de spores résistent à la stérilisation alors qu'ils sont fragiles une fois éclos, ou comme les graines sont plus résistantes que les jeunes pousses.

Ce moment de fragilité de la cellule caractérisé par sa division, si bien mis en évidence par Regaud, nous montre que la Curiethérapie, pour être efficace, doit être prolongée dans son application. En fait, elle doit durer tout le temps que les cellules d'une tumeur mettent à se diviser dans leur totalité. MM. de Nabias et Forestier, en calculant par leur remarquable méthode de l'Index karyokinétique, la durée de ce cycle de la tumeur, ont permis par l'emploi d'applications prolongées d'obtenir des résultats tout à fait intéressants.

On voit donc l'importance considérable qu'ont dans la Curiethérapie les facteurs continuité et durée et l'on comprend tout de suite que les rayons X dont l'action est malheureusement discontinue, doivent, dans la plupart des cas, céder le pas au radium.

En effet, si pendant leur application ils rencontrent un certain nombre de mitoses, ils donnent des résultats très intéressants, mais la longue durée des périodes intercalaires entre les séances d'application permet théoriquement à un grand nombre de cellules d'échapper à l'action destructive des rayons X. Aussi, les résultats thérapeutiques intéressants ne sont-ils obtenus par les rayons X que s'il s'agit de tumeurs extrêmement radio-sensibles. Il semble, à la vérité, que comme l'action des rayons X est une action virtuelle, à retardement, qui agit à plus longue échéance que celle de radium, la quantité d'énergie qui s'est accumulée et qui est plus considérable du reste que celle laissée par le radium, puisse encore agir plus tard sur la cellule à un moment où sa sensibilité sera devenue plus considérable. C'est ce qui explique les résultats incontestables que donnent de temps en temps les rayons X, mais il faut reconnaître que l'action élective du radium est beaucoup plus nette et plus efficace.

Ainsi le radium et les rayons X, convenablement appliqués, sont capables de détruire les cellules fragiles dont l'amoncellement constitue la néoplasie cancéreuse. On voit ainsi disparaître des tumeurs souvent volumineuses, on voit de larges ulcérations néoplasiques être remplacées par un tissu de cicatrisation normale.

Lorsque, ainsi que nous l'avons expliqué, la totalité des cellules a pu être atteinte par les radiations, la tumeur disparaît complètement ; toutefois, il est raisonnable de penser que si les radiations agissent sur l'effet du cancer, c'est-à-dire sur la prolifération cellulaire, elles n'agissent pas sur la cause de la prolifération dans le cas où cette cause, ce qui paraît le plus probable, serait un agent figuré.

Il y a donc lieu de redoubler d'effort pour assurer la continuité dans les recherches qui visent à la préparation des sérums et des vaccins anti-cancéreux dont l'association à la thérapeutique des radiations est tout à fait souhaitable.

Quant à l'action même des radiations sur les noyaux cellulaires dont elles entraînent la mort, il est vraisemblable de penser que c'est une action d'ionisation et que c'est l'arrachement des électrons, comme dans l'effet photo-électrique, qui doit modifier les atomes composant les cellules soit en les ionisant, soit en transformant certains d'entre eux en isotopes, et l'on comprend que ce type d'arrachement électronique étant variable suivant la longueur d'onde qui le produit, on trouve là une expli-

Digitized by Google

cation satisfaisante d'une véritable spécificité de la longueur d'onde et de la réaction biologique qui lui est attachée.

Dans l'application du traitement par les radiations, qu'il s'agisse de radium ou de rayons X, il faut bien partir de ce principe qu'autour de la tumeur qu'on voit, qu'on palpe, et qu'on délimite aisément, il y a toute une enveloppe de tissu apparemment sain, mais qui est déjà rempli de graine cancéreuse qui ne demande qu'à pousser. Il faut bien prendre garde qu'une application trop limitée des radiations, en ne laissant parvenir à cette couronne d'envahissement qu'une dose très faible, ne joue le rôle d'excitant et ne favorise ainsi la repullulation périphérique ou la métastase à distance.

On voit ainsi combien de toutes parts se présentent des difficultés dans l'application du traitement par des radiations : danger de la trop faible dose, danger de la trop forte dose (pouvant entraîner des nécroses), danger de l'insuffisance de la dose profonde avec excès de dose au niveau de la surface cutanée, danger d'une application trop limitée dans le temps. C'est pourquoi un traitement radiothérapique ou radiumthérapique doit être conduit avec une minutie extrême.

Il doit d'abord être basé sur une biopsie au niveau de laquelle ait été faite avec soin la recherche de l'Index karyokinétique. Un rigoureux schéma d'irradiations doit ensuite être établi d'après la forme de la tumeur, d'après l'étude du champ lymphatique à traiter.

Enfin, s'il s'agit des rayons X, la valeur qualitative du faisceau qui va être employé sera soigneusement précisée par l'application du rapport de la dose profonde à la dose de surface au moyen de l'ionomètre de Solomon appliqué au fantôme.

De même, s'il s'agit du radium et d'appareils de surface, les appareils ne seront appliqués qu'après que leur rayonnement aura été mesuré au niveau du fantôme, au moyen de l'ionomicromètre de Mallet. C'est grâce à la précision croissante de ces méthodes de mesure, au perfectionnement constant de leur emploi, à l'analyse de plus en plus minutieuse des conditions de rayonnement, à l'étude de plus en plus approfondie des biopsies, combinée avec la rigueur la plus grande des examens cliniques, que les applications radiothérapiques et curiethérapiques dans le traitement du Cancer sont sorties du domaine de l'empirisme pour prendre place parmi les techniques les plus rationnelles et les plus bienfaisantes.

Dr R. Proust,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
Chirurgien des hôpitaux,
Chef du service de Curiethérapie de l'hôpital Tenon.

LA MARINE DE GUERRE
LES CROISEURS

Le croiseur cuirassé

Les escadres cuirassées, dans leur recherche de la flotte ennemie, se faisaient, à l'origine, éclairer par de petits bâtiments rapides, appelés *croiseurs-éclaireurs*. Ces éclaireurs reconnaissaient l'ennemi, et renseignaient à tout instant leur parti sur les mouvements des forces adverses.

L'ennemi avait lui-même des croiseurs analogues qui, tout en s'efforçant de remplir leur rôle d'éclaireurs, essayaient d'empêcher les croiseurs adverses de remplir le leur.

On fut donc amené, suivant l'évolution obligatoire des navires de combat, à accroître de plus en plus les qualités offensives des croiseurs, à les armer de canons de plus en plus puissants, et, pour leur permettre de soutenir le combat, à les protéger par une cuirasse. Cette évolution conduisit au *croiseur-cuirassé*, dont la qualité essentielle est toujours la vitesse. L'augmentation de la vitesse, de la puissance offensive et de la protection avait conduit à des tonnages d'environ 15.000 tonneaux.

En continuant l'évolution, on était amené à créer des navires presque aussi armés que les cuirassés, un peu moins protégés, et ayant une grande vitesse. Ce sont ces navires que l'on appelle en Angleterre des *croiseurs de bataille*. La France n'en a jamais construit.

Les croiseurs-cuirassés sont d'ailleurs assez médiocres : ce sont de mauvais croiseurs et de mauvais cuirassés. Ils ne peuvent guère servir qu'à des missions de parade du temps de paix.

La France possède dix croiseurs-cuirassés. Les plus anciens, entrés en service vers 1900, *Gueydon*, *Montcalm*, *Condé*, *Marseillaise*, ont une vitesse de 21 nœuds et un armement de 2-194 et de 6-164.

Jules-Ferry, *Victor-Hugo*, *Jules-Michelet*, entrés en service de 1903 à 1905, déplacement 12.550 tonnes, longueur 147 mètres, largeur 21 mètres, tirant d'eau 8 mètres, puissance 30.000 chevaux, vitesse 23 nœuds ; épaisseur maxima de la cuirasse 150 mm., deux ponts cuirassés à 34 mm, et 65 mm. ; armement : 4 canons de 194 en deux tourelles doubles axiales, 16 de 164, dont 12 en 6 tourelles doubles (le *Jules-Michelet* n'a que 12-164, les 6 tourelles doubles ayant été remplacées par 8 simples), 4 tubes lance-torpilles.

Ernest-Renan, entré en service en 1906, déplacement 14.000 tonnes, 24 nœuds, 4 canons de 194

Digitized by Google

en 2 tourelles doubles, 12 de 164 dont 8 en tourelles simples, 16 de 65 mm., 2 tubes lance-torpilles.

Edgar-Quinet, *Waldeck-Rousseau*, entrés en service en 1907-1908, déplacement 14.000 tonneaux, longueur 150 mètres, largeur 21 mètres, tirant d'eau 8 m. 40; machines de 40.000 chevaux, 3 hélices, 6 cheminées, vitesse 24 nœuds; épaisseur maxima du cuirassement : 150 mm.; armement 14 canons de 194, dont 4 en 2 tourelles doubles dans l'axe, et 6 en tourelles triples, 20 canons de 65, 3 de 47, 2 tubes lance-torpilles. État-major, 24 officiers; équipage, 850 hommes.

Voici, à titre de comparaison, les caractéristiques des croiseurs de bataille anglais les plus récents (1) :

Tiger, entré en service en 1914, 28.000 tonnes, vitesse 30 nœuds, puissance des machines 110.000 chevaux, 8 canons de 343, 12 de 152, 5 tubes lance-torpilles.

Renown et *Repulse*, entrés en service en 1916, 26.500 tonnes, longueur 242 mètres, largeur (avec bulges) 31 m. 50, tirant d'eau 9 m. 30, puissance des machines 120.000 chevaux, vitesse 31 n. 5. Épaisseur maxima de la cuirasse, 229 mm. Arme.

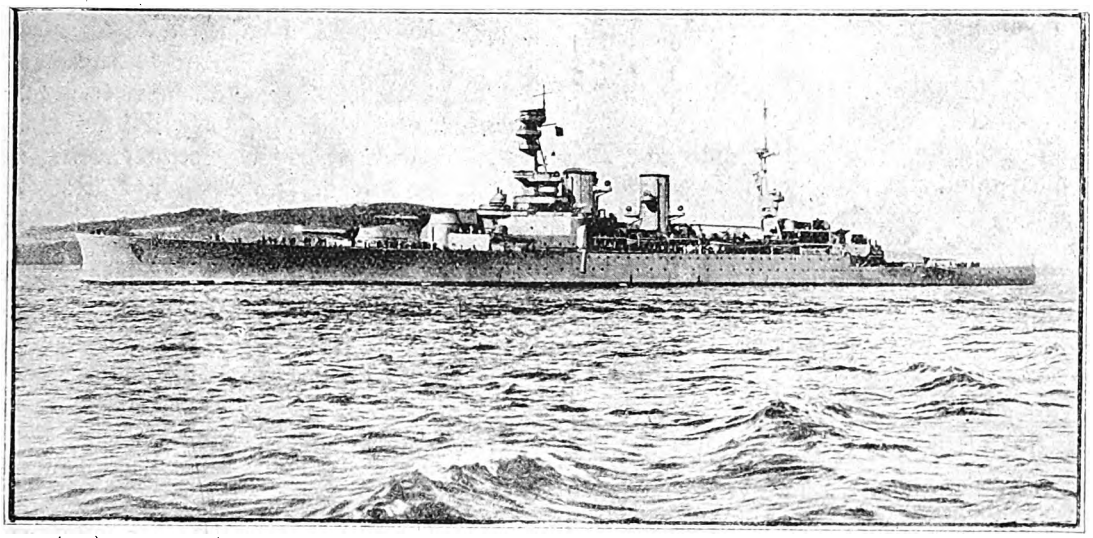


Fig. 187. — Croiseur de bataille « Repulse » (Grande-Bretagne) lancé en 1916.

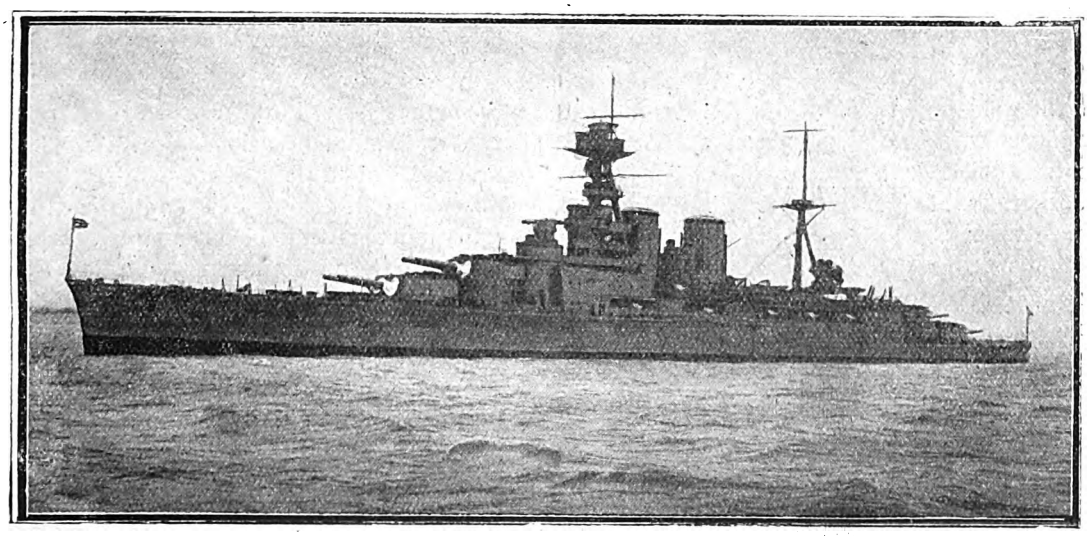


Fig 188. Croiseur de bataille « Hood » (Grande Bretagne) lancé en 1918.

(1) Ces croiseurs de bataille entrent naturellement en ligne de compte comme navires de ligne dans les stipulations du traité de Washington.

Digitized by Google

ment : 6 canons de 381 accouplés en 3 tourelles axiales, 17 de 102, 4 de 47, 8 tubes lance-torpilles.

Le *Hood*, entré en service en 1920, a un déplacement de 41.200 tonnes, longueur 262 mètres, largeur 32 mètres avec bulges, tirant d'eau, 8 m. 60 ; puissance des machines 144.000 chevaux, vitesse 31 nœuds ; épaisseur de la cuirasse 305 mm., 2 ponts cuirassés à 76 mm. ; armement : 8 canons de 381 en 4 tourelles doubles dans l'axe, 12 de 140, 4 de 102 contre-avions, 4 de 47 ; 6 tubes lance-torpilles. État-major et équipage, 1.500 hommes. Le *Hood* est le plus grand navire de guerre actuellement à flot. Il a coûté 6 millions de livres, et son entretien annuel revient à 600.000 livres.

Les États-Unis n'ont pas de croiseurs de bataille. Ils avaient en projet des croiseurs de 44.000 tonnes, devant filer 33 nœuds, et armés de 8 canons de 406, mais le traité de Washington a fait arrêter la construction de ces navires.

Le Japon possède 4 croiseurs de bataille du type *Kongo*, entrés en service en 1912 et 1913, déplaçant 28.000 tonnes, filant 27 nœuds, et armés de 8 canons de 356 en 4 tourelles doubles axiales, et de 16 canons de 152.

Le croiseur léger

Le croiseur-cuirassé n'ayant pas donné toute satisfaction, plusieurs nations sont revenues au croiseur éclaireur primitif, très rapide, non cuirassé, et pouvant d'ailleurs jouer divers rôles importants dans la guerre navale.

« La grandeur des besoins en bâtiments légers, dit l'Exposé des Motifs du projet de loi sur le statut naval de la France (mars 1923), s'explique par la multiplicité des tâches incombant à ces petits navires : exploration stratégique, recherche et maintien du contact de l'ennemi, poursuite et destruction des corsaires de surface opérant dans les mers lointaines et, plus généralement, de tout bâtiment similaire ; protection des escadres de ligne, ainsi que des convois militaires ou commerciaux, contre les attaques des lance-torpilles. »

Sir Herbert Russel, qui n'est pas obligé à des réserves diplomatiques, dit plus franchement les choses (*Naval and Military Record*, du 14 mai 1924) : « Actuellement, les idées semblent nettement se fixer, en Angleterre comme à l'étranger, sur la guerre commerciale. Tous les croiseurs en construction sont destinés à protéger ou à attaquer le commerce. Le croiseur n'est plus l'œil de la flotte. Il ne constitue plus le réseau de sentinelles. Dans la prochaine guerre, le plein océan fournira aux croiseurs de bonnes occasions. »

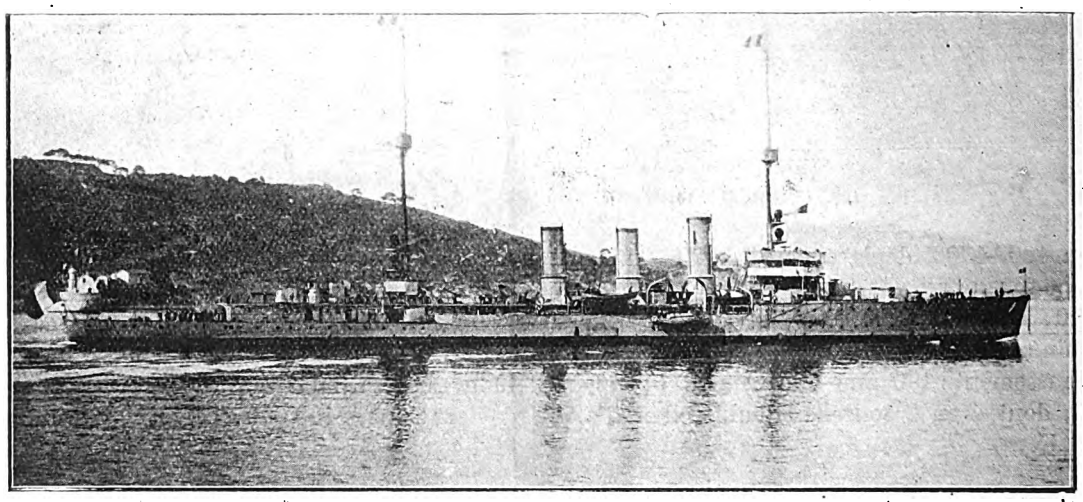


Fig. 189. — Croiseur léger « Metz ».

L'expérience de la guerre a montré, en effet, qu'un croiseur rapide pouvait échapper pendant longtemps à un ennemi beaucoup plus fort et causer des ravages très importants dans la flotte commerciale de l'adversaire avant d'être détruit.

La grande vitesse de ces bâtiments légers (qui dépasse 30 nœuds sur les plus récents) les rend presque invulnérables aux torpilles des sous-marins, dont la vitesse en plongée est beaucoup plus faible. D'autre part, par leur vitesse et leur facilité d'évolution, ils sont également très difficiles à atteindre pour les avions.

La France ne possède actuellement comme croiseurs légers que des bâtiments livrés par l'Allemagne à la fin de la guerre : *Colmar*, *Mulhouse*, *Strasbourg*, *Metz*. Le tonnage de ces croiseurs varie de 4.300 tonneaux *(Colmar)* à 5300 tonnes *(Metz)*. Leur vitesse est de 25 nœuds ; leur arme-

Digitized by Google

ment comprend 6 ou 7 canons de 150, 2 canons de 75 contre-avions, 2 ou 4 tubes lance-torpilles.

Trois croiseurs légers *Duguay-Trouin, La Motte-Picquet* et *Primauguet* doivent entrer en service en 1926. Voici leurs caractéristiques : déplacement 8.000 tonnes, longueur 181 mètres, largeur 17 m., tirant d'eau 5 mètres ; puissance 100.000 chevaux, 4 hélices, vitesse 34 nœuds ; rayon d'action 4.000 milles à 15 nœuds ; armement 8 canons de 155 en 4 tourelles axiales, 4 canons de 75 contre avions, 12 tubes lance-torpilles. Ces croiseurs doivent porter en outre des hydravions.

Deux croiseurs de 10.000 tonnes *(Duquesne, Tourville)* ont été mis en chantier en 1925 ; un troisième croiseur *Suffren* sera mis en chantier en 1926 ; ils doivent avoir une vitesse de 34 nœuds, être armés de 8 canons de 203 en tourelles, 16 canons contre-avions, et des tubes lance-torpilles. Ils doivent aussi porter 2 avions (1). Nous devons avoir en 1932 dix de ces navires.

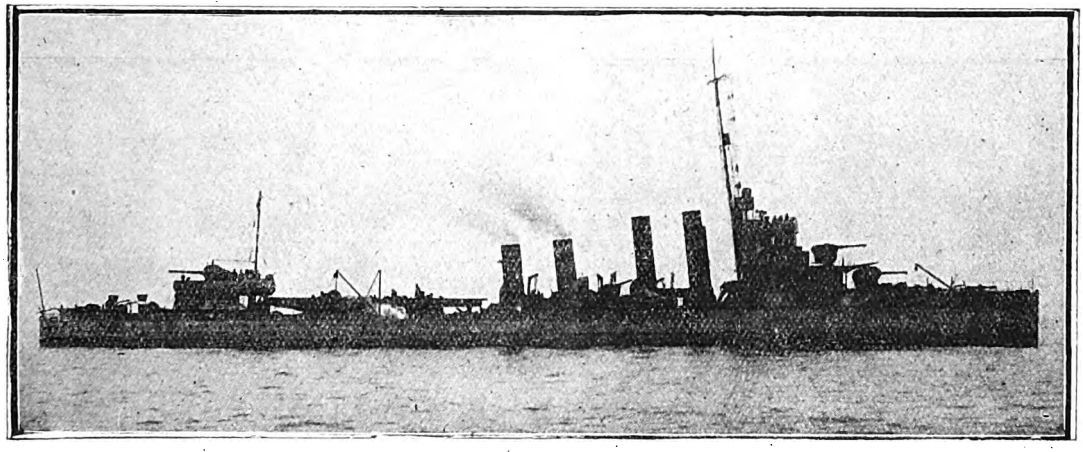


Fig. 190. — Torpilleur d'escadre Enseigne Gabolde ».

Les torpilleurs et les contre-torpilleurs

Pour achever au cours de la bataille l'œuvre de destruction commencée par le cuirassé, on a recours à de petits bâtiments rapides, attaquant l'ennemi à la torpille. Ce sont les *torpilleurs*, navires avant tout très rapides, armés d'un grand nombre de tubes lance-torpilles. Leur rapidité, leur facilité d'évolution, leur faible tirant d'eau les rend particulièrement aptes à lutter contre les sous-marins, et ils doivent par suite être dotés de canons. Grâce à eux — et s'ils sont assez nombreux — une flotte de cuirassés peut espérer échapper à des attaques sous-marines, sans eux elle en serait à peu près sûrement victime.

La France possède actuellement une centaine de torpilleurs. Les plus gros sont les *contre-torpilleurs* appelés aussi *conducteurs d'escadrille :*

Thionville, de 3.500 tonnes de déplacement, vitesse 27 nœuds, armement 9 canons de 100, 1 canon de 75 contre-avions, 7 tubes lance-torpilles.

Amiral-Sénès, de 2.400 tonnes, 31 nœuds, 4 canons de 150, 4 tubes lance-torpilles.

Doivent entrer en service en 1926, *Jaguar, Panthère, Léopard, Lynx, Chacal, Tigre :* déplacement 2.400 tonnes, longueur 127 mètres, largeur 11 mètres, tirant d'eau 3 m. 65 ; puissance 50.000 chevaux, vitesse 35 nœuds ; rayon d'action 2.500 milles à 18 nœuds ; armement 5 canons de 130, 2 canons de 75 contre-avions, 6 tubes lance-torpilles. État-major, 8 officiers, équipage 196 hommes.

Trois autres contre-torpilleurs, légèrement plus gros, doivent être mis en chantier prochainement. Ils porteront les noms de *Lion, Bison, Guépard.*

Les torpilleurs français sont de divers types.

Les plus anciens, *Spahi, Mameluck, Lansquenet, Enseigne-Henry, Aspirant-Herber, Cavalier*, entrés en service de 1909 à 1911, ont un déplacement de 410 à 450 tonneaux, une vitesse de 28 nœuds, un armement de 6 canons de 65, et trois tubes lance-torpilles.

Aventurier, Intrépide, Opiniâtre, Téméraire, entrés en service en 1914, 1.330 tonneaux, 22 nœuds, 4 canons de 100, 6 tubes lance-torpilles.

Bouclier, Cimeterre, Capitaine-Mehl, Dehorter, Francis-Garnier, Protet, Mangini, Magon, Bisson, Commandant-Rivière, Commandant-Bory, Comman-

(1) Le Traité de Washington n'implique aucune limitation à la construction des croiseurs légers. Toutefois ces bâtiments ne doivent pas dépasser un tonnage de 10.000 tonnes, et leur armement ne doit pas comprendre de canon d'un calibre supérieur à 203.

Digitized by Google

dant-Lucas, *Casque*, entrés en service de 1911 à 1914, 715 à 880 tonnes, vitesse 28 à 35 nœuds, 2 canons de 100, 4 canons de 65, 1 canon de 75 contre-avions, 4 tubes lance-torpilles.

Mécanicien-Principal-Lestin, *Enseigne-Roux*, entrés en service en 1915, ont le même armement que les précédents, une vitesse de 31 nœuds et un déplacement de 940 tonnes.

Enseigne-Gabolde, entré en service en 1923, a un déplacement de 950 tonnes, une vitesse de 33 nœuds, un armement comprenant 3 canons de 100, 1 canon de 75 contre-avions, 4 tubes lance-torpilles.

Algérien, *Annamite*, *Arabe*, *Bambara*, *Hova*, *Kabyle*, *Marocain*, *Sakalave*, *Sénégalais*, *Somali*, *Tonkinois*, *Touareg*, entrés en service en 1917, déplacement 685 tonnes, 29 nœuds, 1 canon de 120, 4 canons de 76, 4 tubes lance-torpilles.

3.000 milles à 15 nœuds ; armement : 4 canons de 130, 1 canon de 75 contre-avions, 6 tubes lance-torpilles ; état-major 7 officiers, équipage, 131 hommes.

Six autres torpilleurs semblables ont été mis en chantier en 1924. Ils ont reçu les noms suivants : *Railleur*, *Palme*, *Mars*, *Fortuné*, *Alcyon*, *Adroit*.

Les 4 torpilleurs qui doivent être mis en chantier en 1926 porteront les noms de *Boulonnais*, *Brestois*, *Basque*, *Bordelais*.

Si les constructions navales prévues ne subissent aucun retard, la France possédera, en 1928, 22 contre-torpilleurs et 58 torpilleurs.

Les grandes marines possèdent toutes un grand nombre de torpilleurs et contre-torpilleurs analogues aux derniers modèles français. La vitesse formidable de 40 nœuds a été réalisée sur les derniers torpilleurs construits par l'Angleterre.

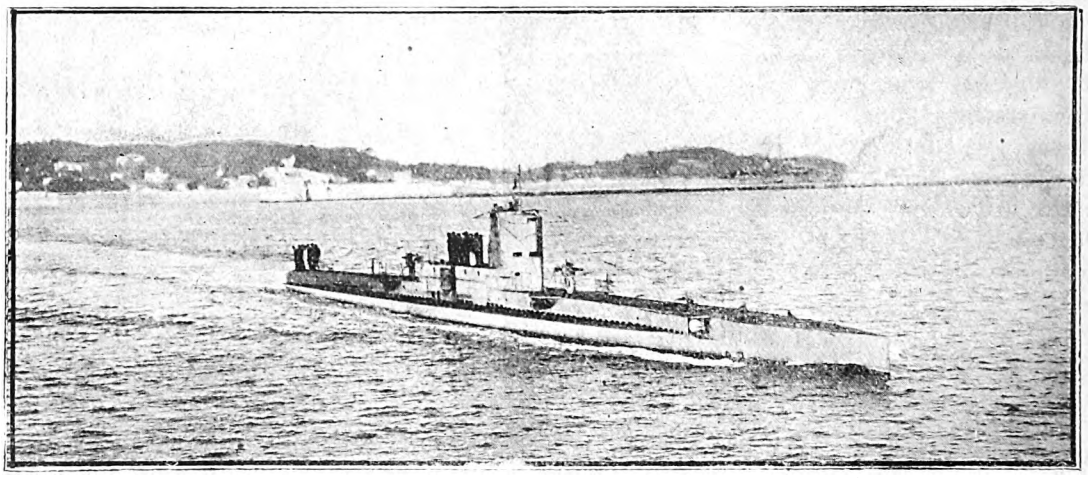


Fig 191. — Sous-Marin « Fulton ».

Matelot-Leblanc, livré par l'Autriche, déplacement 1.000 tonnes, 31 nœuds, 2 canons de 100, 6 canons de 65, 4 tubes lance-torpilles.

Delage, *Rageot-de-la-Touche*, *Chastang*, *Deligny*, *Mazaré*, *Vesco*, *Buino*, *Pierre-Durand*, livrés par l'Allemagne, déplacement 1.100 à 1.170 tonneaux, vitesse 29 à 33 nœuds, 3 canons de 105, 6 tubes lance-torpilles (1).

Enfin la France a en construction 12 torpilleurs d'escadre qui entreront en service en 1926 : *Bourrasque*, *Cyclone*, *Mistral*, *Orage*, *Ouragan*, *Simoun*, *Sirocco*, *Tempête*, *Tramontane*, *Typhon*, *Tornade*, *Trombe*. Déplacement 1.500 tonnes, longueur 106 m. largeur 9 m. 60, tirant d'eau 3 m. 10, puissance 33.000 chevaux, vitesse 33 nœuds, rayon d'action

(1) Tous ces torpilleurs sont en outre armés de grenades contre les sous-marins.

Sous-marins

Le sous-marin est capable, comme son nom l'indique, de naviguer entre deux eaux. Il a comme principal avantage l'invisibilité. Son arme est avant tout la torpille. Il peut attaquer avec succès toutes sortes de bâtiments. Son invisibilité lui permet d'approcher de l'ennemi à portée de torpille sans être vu, et, après l'attaque, de se dérober à la poursuite. Le sous-marin n'est donc offensif qu'en plongée ; la plongée est pour lui essentiellement la position de combat. Il ne plonge d'ailleurs que pour combattre, ou pour échapper aux vues de l'ennemi. En temps normal, il navigue à la surface comme un bâtiment ordinaire. Ils dispose d'ailleurs de moteurs différents pour naviguer en surface ou en plongée. En plongée, tous les sous-marins modernes se servent

Digitized by Google

de moteurs électriques, alimentés par une batterie d'accumulateurs, qu'ils rechargent en surface. Les sous-marins n'ont donc en surface et en plongée ni la même vitesse, ni le même rayon d'action.

Il est très important qu'un sous-marin puisse plonger très rapidement : sur les sous-marins modernes le temps de plongée est inférieur à une minute. Lorsque le sous-marin navigue en plongée pas très loin de la surface de l'eau, il peut apercevoir ce qui se passe à la surface à l'aide d'un appareil optique, appelé *périscope*, dont l'extrémité supérieure seule affleure à la surface.

Depuis la guerre, on a armé les sous-marins de canons, comme les navires de surface. Mais ces canons ne sont qu'une arme auxiliaire, ne pouvant servir que lorsque le sous-marin rencontre un navire de surface désarmé, comme l'est d'ordinaire un navire de commerce, car il risquerait trop à se battre en surface contre un autre bâtiment de guerre même faiblement armé. C'est ainsi que pendant la guerre, les sous-marins allemands ont coulé au canon de nombreux cargos ou paquebots, sans se préoccuper des équipages et des passagers. Un pareil usage des armes sous-marines est contraire au droit international et les grandes puissances maritimes se sont engagées, par le traité de Washington, à ne se servir de leurs sous-marins que contre les bâtiments de guerre, ou du moins à appliquer sur leurs sous-marins, comme sur tous les autres bâtiments de guerre, les règles du droit international (1).

La guerre a mis nettement en évidence le rôle très important que peuvent jouer les sous-marins dans une guerre navale. D'après M. Laubeuf, « la guerre a démontré :

« 1° Que les sous-marins allemands ont empêché le bombardement des côtes et des ports allemands ; qu'ils auraient de même empêché toute tentative de débarquement sur les côtes allemandes ;

« 2° Qu'ils ont pu porter leur action offensive fort loin des ports allemands (Dardanelles, Açores, côte des États-Unis, Méditerranée).

« A partir de 1916, il n'y eut plus un seul navire de guerre de haute mer allemand sur mer. L'Allemagne a pu continuer à combattre sur mer, à gêner considérablement le ravitaillement des alliés uniquement par ses sous-marins.

« Le sous-marin est l'engin qui permet au faible de se défendre contre le fort. Ce n'est pas, en effet, le cuirassé qui a vaincu le sous-marin dans la guerre de 1914-1918. S'il n'y avait eu en présence que des cuirassés et des sous-marins, ces derniers seraient restés vainqueurs. Chaque fois qu'un cuirassé et un sous-marin se sont rencontrés, c'est le cuirassé qui a cédé la place. Le cuirassé n'a pu se garder du sous-marin qu'en s'entourant de patrouilleurs, de torpilleurs destinés à tenir à distance l'ennemi invisible. »

Sans avoir une confiance aussi absolue dans l'efficacité de l'arme sous-marine, beaucoup de marins pensent que les sous-marins constituent des armes défensives de premier ordre, et permettent justement de réaliser cette maîtrise de la mer limitée au voisinage des côtes, qui est un des buts minima de la politique navale de la France.

Pour citer encore M. Laubeuf, « la sécurité de nos côtes, la protection de nos ports et de nos rades, de nos communications avec l'Afrique du Nord reposeront uniquement pendant longtemps sur nos flottilles de sous-marins appuyées par des torpilleurs et des avions ».

La France a actuellement en service 45 sous-marins, dont le tableau suivant (voir page 310) donne les caractéristiques.

En plus des sous-marins qui figurent sur ce tableau, la France possède quelques sous-marins spécialement équipés pour mouiller des mines. Les sous-marins peuvent en effet mouiller des mines sur les côtes ennemies sans être vus, et les Allemands ont utilisé de cette façon pendant la guerre plusieurs de leurs sous-marins.

Les sous-marins mouilleurs de mine sont les suivants :

Victor-Reveille, *René-Audry*, tous deux livrés par l'Allemagne, pouvant porter 35 mines ; *Pierre-Chailley*, *Maurice-Callot*, pouvant porter 25 mines ; *Amarante*, *Astrée*, portant une douzaine de mines.

Actuellement 12 sous-marins de 600 tonnes et 9 sous-marins de 1.200 tonnes sont en construction. Les sous-marins de 600 tonnes sont destinés en principe à des opérations qui n'exigent pas un grand rayon d'action, comme par exemple la défense du littoral ; les sous-marins de 1.200 tonnes, qui ont un grand rayon d'action, et des conditions d'habitabilité suffisantes, peuvent opérer en liaison avec nos forces navales et coopérer à la défense de nos lignes de communication.

Voici les principales caractéristiques de ces nouveaux sous-marins :

Ariane, *Eurydice*, *Ondine*, *Danaé*, *Doris*, *Circé*, *Thétis*, *Calypso*, *Naïade*, *Sirène*, *Nymphe*, *Galathée*, déplacement 600 tonnes en surface, 770 tonnes en plongée, 14 nœuds en surface, 9 nœuds en plongée, rayon d'action 2.000 milles à 10 nœuds en surface, 90 milles à 5 nœuds en plongée ; armement 7 tubes lance-torpilles, 1 canon de 75.

Requin, *Morse*, *Narval*, *Souffleur*, *Caïman*, *Dauphin*, *Espadon*, *Marsouin*, *Phoque*, longueur 78 m., largeur 6 m. 60, déplacement 1.150 tonnes en

(1) Il faut d'ailleurs remarquer que ces mêmes puissances maritimes ont doté de canons leurs derniers sous-marins.

Digitized by Google

surface, 1.450 tonnes en plongée, 16 nœuds en surface, 10 nœuds en plongée, rayon d'action 7.000 milles à 9 nœuds en surface, 105 milles à 5 nœuds en plongée. Armement 10 tubes lance-torpilles, 1 canon de 100. État-major : 4 officiers ; équipage 50 hommes.

marins côtiers, 6 sous-marins mouilleurs de mines, et deux sous-marins de croisière.

Les sous-marins étrangers sont analogues dans leurs grandes lignes aux sous-marins français. Toutefois aux États-Unis, on a construit des sous-marins de 2.000 tonnes de déplacement, pouvant

Sous-marins français actuellement en service	Dates d'entrée en service	Déplacement en tonnes		Vitesse en nœuds		Rayon d'action en milles		Armement	
		Surface	Plongée	Surface	Plongée	Surface	Plongée	Tubes lance-torpilles	Canons
Brumaire, Euler, Newton, Curie.	1911-12	400	550	13	9	1.500 m. à 9 n.	85 m. à 4 n.	7	1-47 ou 1-75
Aréthuse, Artémis, Andromaque, Atalante, Amphitrite, Clorinde, Cornélie.	1913-16	415	610	14	8	1.500 m. à 10 n.	80 m. à 5 n.	8	1-47
Amazone, Antigone, Armide.	1915	460	680	17	11	»	»	4 ou 6	1-47 ou 1-75
Bellone, Gorgone. Hermione.	1914-17	530	790	15	9	1.300 m. à 12 n.	115 m. à 5 n.	8	1-75
O'Byrne, Dupetit-Thouars, Henri-Fournier.	1919-20	340	510	14	8	1.000 m. à 12 n.	63 m. à 5 n.	4	1-47
Jean-Corre, Carissan, Trinité Schillemans	Livrés par l'Allem.	530	650	14	8	7.000m. à 8 n.	45 m. à 5 n.	5	1-105
Daphné.	1915	720	900	15	11	5.000 m.	100 m.	6	1-75
Lagrange, Romazotti, Laplace, Regnault, Dupuy-de-Lôme Sané, Néréide, Gustave-Zédé.	1913-24	850 à 920	1.100 à 1.300	16 à 17	11	1.700 m. à 7.400 m.	140 m.	8	2-75
Fulton, Jœssel.	1917-19	920	1.200	17	11	9.700 m. à 10 n.	100 m. à 5 n.	8	2-75
Pierre-Marrasi, Jean-Roulier, Jean-Autric, Léon-Mignot.	Livrés par l'Allem.	850	1.050	16	8	4.300 m.	85 m.	6	2-105
Halbronn.	Livré par l'Allem.	2.060	2.550	16	7	12630 m à 8 n.	53 m. à 4 n.	4	2-150

Deux sous-marins de 1.500 tonnes, *Redoutable* et *Vengeur*, ont été mis en chantier en 1925 ; on envisage aussi la construction de sous-marins plus gros, qui seront des sous-marins dits de croisière.

La conférence de Washington n'a apporté aucune limitation à la construction des sous-marins. En 1932, si le programme naval actuel est exécuté sans retards, la flotte sous-marine française comprendra 51 sous-marins de haute mer, 48 sous-

filer en surface 22 nœuds. On les appelle sous-marins d'escadre parce qu'ils ont une vitesse suffisante pour accompagner les escadres.

En Angleterre, on a construit des sous-marins de 1.600 tonnes qui sont armés d'un canon de 305. Ces sous-marins sont destinés au bombardement des côtes.

Un sous-marin en essai, le X_1, dont les caractéristiques sont tenues secrètes, filerait 20 nœuds au

Digitized by Google

moins en surface et aurait un armement de 4 canons de 120 en 2 tourelles blindées, et 6 ou 8 tubes lance-torpilles, avec un déplacement de 3.000 tonnes.

Le Japon possède aussi quelques sous-marins dont la vitesse en surface peut atteindre 20 nœuds.

Différents projets de croiseurs sous-marins de 7.000 à 8.000 tonnes ont été publiés, mais aucun de ces projets n'a été mis à exécution.

***

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le mois mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1926). — *Théorie des fonctions.* 1. M. *Kyrille Popoff* envisage les séries de Taylor représentant autour de $z=o$ des fonctions régulières à l'infini et admettant à distance finie un nombre fini de points essentiels ($x=1$ par exemple). Supposons que la série présente des lacunes entre des groupes de $p_1, \ldots, p_i, \ldots$ termes commençant par $a_1 z^{n_1}, \ldots, a_i z^{n_i}, \ldots$, respectivement ; l'auteur obtient à l'aide de l'intégrale de Cauchy des inégalités interdisant aux lacunes des relations telles que

$$(n_i + p_i - 1)(1 + \theta_i) \qquad \theta_i \geqslant \theta > o$$

2. M. *Paul Lévy* indique comment on peut concevoir une échelle complète de croissance pour les fonctions continues d'une variable (définies pour x assez grand) ; et il suggère un procédé permettant de réaliser une échelle de croissance régulière.

Analyse. 1. M. *Mandelbrojt* énonce un théorème qui permet d'affirmer la transcendance d'un nombre relié analytiquement à des séries dont les coefficients ont des caractères arithmétiques connus.

2. A l'aide de la méthode classique de M. E. Borel pour le développement de $1 : 1-x$, M. *Nikola Obrechkoff* indique une méthode de sommation qui généralise celle de Cesàro.

3. M. *André Bloch* complète une de ses dernières Notes ; puis il énonce divers théorèmes tels que les suivants : La fonction entière sans zéros $\Sigma b_r x^r$ a une infinité de coefficients au moins égaux à ceux du développement de e^{P_r} où P est un polynome d'ordre r ; soit $f(x) = a_o + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots_r$ un polynome ($a_r \not\equiv o$) ; il existe un R ne dépendant que de a_o, a_1, a_2 tel que l'on ait pour une certaine valeur de x : $f'(x) = o$, $|f(x)| < R$.

4. Poincaré a montré qu'un groupe de substitutions $(z, \alpha z + \beta : \gamma z + \delta)$ (avec $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$), improprement discontinu dans le plan complexe, possède un domaine de discontinuité dans l'espace. Or, comme l'indique *M. Rod. Fueter*, les formules de Poincaré peuvent être interprétées de la manière la plus simple à l'aide de la théorie des quaternions (le coefficient de la quatrième unité étant d'ailleurs nul) : il suffit de poser $z = \xi + i\eta + i_1\zeta$ et l'on a $z' = \xi' + i\eta' + i_1\zeta'$. Ceci permet de former des séries, dépendant d'un quaternion (incomplet) analogues aux séries de Poincaré, covariantes aux substitutions précédentes et ne fournissant pas d'ailleurs de fonction théta. La méthode permet l'étude du groupe de Picard et admet une généralisation dans l'espace à quatre dimensions.

5. Soient $f_2(z), f_3(z), \ldots$, une suite de fonctions dont les parties réelles ainsi que celle de la série

$$\sum_2^\infty f_n(z^n)\, z^{2n}$$

sont développables en séries trigonométriques (intégrables) sur le cercle $|z| + 1$; soit $u(t)$ sa partie réelle ; *M. Michel Petrovitch* montre que les fonctions

$$\int_o^{2\pi} u(t) \cos xt\, dt, \qquad \int_o^{2\pi} u(t) \sin xt\, dt$$

sont entières, de genre un, s'annulent pour tout nombre premier et diffèrent de zéro pour tout nombre composé.

6. Soit $f(x) = a_o + a_1 x + \ldots$ une fonction n'ayant de points singuliers que sur le cercle $|x| = 1$ et régulière à l'infini ; posons

$$\Delta_n = a_1 - C_n^1 a_2 + \ldots \pm a_n,\ k = \overline{\lim}\ \sqrt{|\Delta_n|},$$

arc cos $\left(1 - \frac{k^2}{2}\right) = \pm\varphi\ (\varphi > o)$; M. *Mandelbrojt* annonce que l'un des deux points $e^{\pm i\varphi}$ est singulier pour $f(x)$; moyennant d'autres hypothèses on peut distinguer entre ces deux points, et calculer de proche en proche les affixes de tous les points singuliers.

7. Soit F une fonction de $x_1, \ldots, x_n, \frac{dx_1}{dt}, \ldots, \frac{dx_n}{dt}$; faisons le changement de variables $x_i = x_i(y_1, \ldots, y_n)$; si F est une forme quadratique en $\frac{dx_1}{dt}, \ldots, \frac{dx_n}{dt}$, à coefficients a_{ik}, soit

$$P\left(a_{ik}, \frac{\delta a_{ik}}{\delta x_i}, \frac{\delta U}{\delta x_i}, \frac{\delta^2 U}{\delta x_i \delta x_k}\right), \ldots$$

une expression *covariante* dans le changement de variables : M. *B. Hostinsky* annonce que cette covariance subsiste pour F quelconque, à condition de remplacer les a_{ik} par les dérivées secondes de F.

8. Partant d'une fonction qu'il avait indiquée déjà en 1910, M. *N. Saltykow* en déduit par différentiations l'intégrale générale des caractéristiques d'une équation aux dérivées partielles du 1er ordre : le résultat avait été cherché déjà, mais sans succès, par S. Lie.

Géométrie. — M. *Axel Egnell* envisage un espace de Riemann à p dimensions rapporté à un système triple orthogonal ; à l'aide des formules du calcul absolu il évalue la somme des courbures des espaces de coordonnées d'un ordre quelconque et montre qu'elle est proportionnelle à celle des courbures des surfaces coordonnées.

Calcul vectoriel. — En remplaçant un contour C par un polygone inscrit, une surface S contenant C par une pyramide contenant le polygone, et en passant à la limite, M. *J. Sudria* démontre la formule suivante :

$$\int_S \mathbf{n} \wedge \operatorname{grad} u\ dS = \int_C u\, d\mathbf{P}$$

Mécanique. M. *Paul Appell* propose de fonder la statique sur le principe suivant : à partir d'une position d'équilibre (stable) le travail des forces appliquées est négatif ou nul pour tout déplacement *fini* très petit.

Mécanique céleste. — A propos du problème restreint elliptique, M. *V. Nechvile* indique une transformation qui conduit à un système différentiel reproduisant à un facteur périodique près les équations du mouvement circulaire.

Digitized by Google

Mécanique appliquée. — M. *Eugène Barré* écrit que l'énergie d'une explosion est la somme : 1° d'un travail de compression du sol ; 2° d'un travail de soulèvement de la masse des terres ; 3° d'un travail de dislocation et d'échauffement des terres. Il en déduit grâce à diverses hypothèses, la hauteur maximum du centre de gravité des terres projetées ; cette hauteur étant en relation directe avec la vitesse initiale de ces terres, un contrôle expérimental de la formule est possible.

Physique mathématique. — M. *Léon Brillouin* étudie les mouvements de rotation et de vibration de la mécanique des quanta par la méthode des matrices. Le calcul rectifie certaines conclusions des procédés classiques ; il conduit aux formules de M. Deslandres sur les spectres et comporte d'importantes vérifications expérimentales.

Calcul des probabilités. 1 et 2. — M. *Charles Jordan* évalue la probabilité pour que le nombre des cas favorables soit $< \lambda + 1$ au cours de n épreuves ; soit p la probabilité, constante à chaque épreuve ; l'Auteur introduit des polynomes analogues à ceux de Laguerre généralisés, et portant sur la quantité $m = \lim_{n=\infty} np$ il obtient ainsi l'expression rigoureuse du résultat, ce qui lui fournit, dans une seconde Note l'expression rigoureuse de l'inversion du théorème de Bernoulli.

René Garnier.

Physique

Les actions de surface. — Les actions de surface, dont les effets pratiques sont importants, encore que très mystérieux, ont fait l'objet, en février dernier, de deux conférences du Professeur E.-K. Rideal de Cambridge, devant la Royal Institution.

Les phénomènes les mieux connus sont ceux qui ont lieu entre liquides. On a beaucoup étudié, en particulier, les pellicules que forment les acides gras à la surface de l'eau. Les chaînes carbonées flottent, tandis que les groupements carboxyles plongent. Mais si la chaîne est assez courte, dans le cas de l'acide acétique par exemple, l'attraction du carboxyle pour l'eau est suffisante pour submerger la molécule, et la dissolution s'opère. Ces films superficiels sur l'eau rappelleraient d'assez près des masses fluides à deux dimensions.

Dès que les solides interviennent, le problème devient plus ardu, par suite du manque d'uniformité des surfaces, caractère qui se retrouve chez les cristaux eux-mêmes, où l'énergie superficielle varie considérablement d'une face à l'autre. En modifiant la tension superficielle qui existe normalement entre un cristal et sa liqueur-mère, on parvient à favoriser la croissance de certaines des faces et à changer la forme des cristaux. Par exemple, en additionnant d'un peu de colle une solution sursaturée de sulfate de soude et en ensemençant à l'acide d'un cristal solide de sulfate de soude, on aboutit à une cristallisation très différente de ce qu'elle aurait été dans les conditions ordinaires, en l'absence de colle.

La non-uniformité des surfaces joue un grand rôle au point de vue de l'absorption des gaz et des actions catalytiques en général.

Les surfaces métalliques, susceptibles d'absorber des gaz, le font dans des proportions très variables selon la préparation dont elles résultent. C'est le cas du cuivre, dont le pouvoir absorbant pour l'hydrogène et l'éthylène est très accru, s'il a été obtenu par réduction de son oxyde à basse température.

Les processus d'absorption mettent en jeu de grandes quantités de chaleur qui décèlent des forces superficielles relativement considérables. Lorsqu'un gramme d'hydrogène est absorbé par du cuivre, la chaleur d'absorption atteint 9.500 calories. Les résultats sont plus élevés encore avec le platine, le palladium et le nickel.

Ainsi que les absorbeurs, les catalyseurs ont plus ou moins d'action, suivant les circonstances de leur préparation. Ainsi le platine précipité par le sulfate de magnésium est beaucoup plus actif que sous la forme massive.

Les catalyseurs peuvent être entravés dans leur rôle, et même complètement annihilés, par la présence d'autres substances, qui ont reçu le nom de poisons. Par exemple, la décomposition catalytique de l'eau oxygénée par le platine colloïdal est enrayée par l'addition de bichlorure de mercure dont il suffit pour cela d'une quantité extrêmement faible. Les poisons seraient absorbés par les catalyseurs.

A l'inverse des poisons, d'autres corps, les promoteurs, accélèrent les catalyses. Le palladium est, en ce sens, un promoteur très efficace pour le nickel. De même dans la synthèse de l'alcool méthylique, l'oxyde de chrome sert de promoteur à l'oxyde de zinc : grâce à sa présence, la réaction se produit à une température plus basse, et le rendement est accru.

Il faut remarquer que, sous la forme cristalline, les corps ne sont actifs ni comme absorbeurs ni comme catalyseurs. On le vérifie directement à propos de l'absorption des gaz par le cuivre, dont il a été question plus haut. Si on élève suffisamment la température du cuivre, son pouvoir absorbant diminue. En même temps, l'examen microscopique de la surface révèle une progression de la cristallisation.

On a examiné, pour les métaux catalyseurs, la propriété d'émettre des électrons à température élevée. Il est intéressant de noter que les poisons de ces catalyseurs contribuent en outre à paralyser chez eux l'émission électronique.

S. V.

T. S. F.

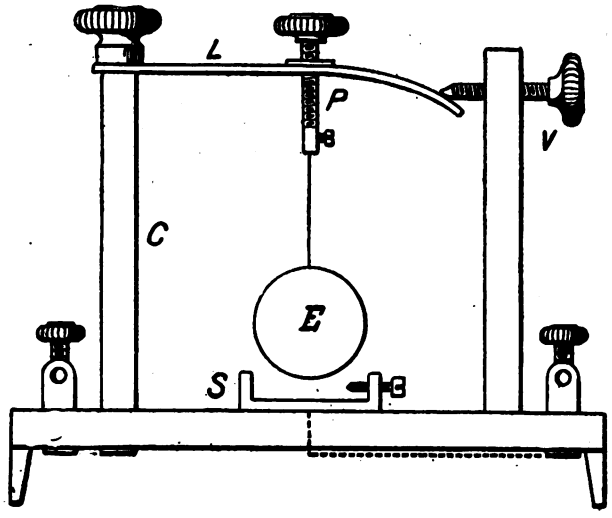
Nouvelles études sur les phénomènes de détection. — Cette note a seulement pour but de donner un aperçu des remarquables travaux de M. H. Pelabon, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, sur les phénomènes de détection. On n'avait encore donné aucune explication satisfaisante de ces phénomènes, d'utilisation pourtant bien connue, malgré les nombreuses recherches dont ils avaient été l'objet. Il faut cependant citer les remarquables études de Mlle P. Collet (1) et de M. J. Cayrel (2). La première notamment avait été conduite à la conclusion très intéressante que les propriétés détectrices de la galène devaient être attribuées à la pellicule de soufre qui se trouve à la surface de ce corps, surtout si ce dernier est sensibilisé par persulfuration. Cette hypothèse avait été confirmée par les travaux de M. J. Cayrel.

En premier lieu, M. Pelabon a donc été amené à voir comment se comporte un dépôt de soufre sur un autre métal. Sur la face brillante d'un morceau de plomb fraîchement coupé, il a laissé tomber un brouillard de soufre obtenu en faisant bouillir une petite quantité de ce corps dans un tube. Le détecteur ainsi constitué, suivi d'un amplificateur à deux lampes, a donné des résultats comparables à ceux que l'on obtient avec une bonne galène ordinaire. De bons résultats ont été de même obtenus avec les métaux purs suivants : aluminium, bis-

(1) P. Collet, *Annales de Physique*, t. 15, 1921, p. 356.
(2) J. Cayrel, *Comptes rendus*, t. 180, 1925, p. 1728.

Digitized by Google

muth, fer, cuivre, zinc, nickel, cadmium, argent, or, platine, antimoine et même mercure. On ne peut invoquer comme cause de la détection les phénomènes thermoélectriques, car la pointe peut, sans changer les résultats, être du même métal que celui sur lequel on



Fi5. 192.

dépose la mince couche de soufre. On ne peut non plus attribuer les propriétés détectrices aux sulfures, car dans le cas de l'or, il ne peut s'en former, l'or étant inattaquable par le soufre même à chaud.

Continuant la série de ses essais, M. Pelabon a essayé, avec succès, tous les métalloïdes susceptibles d'être préparés à l'état de poudres très fines : sélénium, phosphore rouge, arsenic, antimoine, carbone, bore. Poursuivant encore plus loin, il a essayé tous les diélectriques connus, surtout ceux qui sont sans action sur les métaux. Les résultats ont été parfois très bons, sauf dans le cas des corps avides d'eau qui sont capables de former sous l'influence de l'humidité de l'atmosphère des solutions électrolysables. Dans le cas des corps mous, on obtient des systèmes très instables ainsi qu'avec les liquides. Un détecteur particulièrement remarquable est constitué comme suit : sur une sphère d'acier parfaitement polie d'environ 3 cm. de diamètre, on pose un anneau de fil de plomb abandonné depuis longtemps à l'action de l'air. Dès que l'anneau touche la sphère en tous les points d'un petit cercle, on entend un son très pur, le diélectrique est ici la couche d'hydrocarbonate mélangé d'oxyde qui recouvre le plomb et il se trouve qu'elle a l'épaisseur convenable, pour une bonne détection.

Dans les expériences précédentes, l'appareil de la fig. 192 avait été utilisé. En P pouvaient être suspendues toutes les électrodes de formes variées (sphères, pointes, etc.); S était un support métallique sur lequel étaient déposés les différents diélectriques; la vis V agissant sur l'extrémité de la lame flexible L permettait de faire varier de très petites quantités la distance des deux parties métalliques E et S. Le tout était monté sur ébonite. Quand au moyen de la vis V on rapproche E de S, on observe les phénomènes suivants : si la distance est supérieure à une certaine limite D, on perçoit au téléphone un bruissement continu; quand la distance diminue on entend l'émission d'abord faiblement, puis plus fort à mesure qu'on rapproche les deux conducteurs, mais au-dessous d'une certaine limite d, on n'entend plus rien. Dans ce dernier cas, on peut admettre que le contact est établi entre les deux métaux au point de vue électrique. La (fig. 193) représente graphiquement ces résultats. M. Pelabon a essayé de se rendre compte de l'ordre de grandeur de d et D; il estime que la distance de

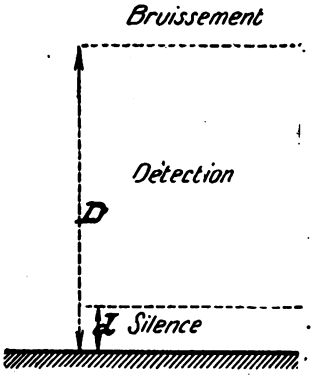


Fig. 193.

détection est comprise entre une longueur d'onde lumineuse et une longueur de rayon X.

L'air étant un diélectrique, il doit être possible de constituer un détecteur en utilisant l'air à la place des diélectriques des expériences précédentes. En effet, en faisant varier très lentement la distance des deux conducteurs, on arrive à entendre une émission radiotéléphonique, mais l'appareil est très instable et se dérègle très vite. On s'en rend facilement compte en comparant aux grandeurs D et d définies précédemment les dilatations ou contractions des différentes parties métalliques. On peut montrer que, même avec des pièces métalliques réduites au minimum, une variation de $1/10^6$ de degré fait varier la distance des deux conducteurs de 10^{-4} cm., c'est-à-dire de l'ordre de grandeur de D. Il faut noter que dans les systèmes métal-diélectrique-métal où l'air intervient, car il baigne les différentes parties, la présence de ce dernier n'est nullement nécessaire. La vérification, évidemment très difficile, a cependant pu être faite en utilisant comme diélectrique des lames très minces de gomme laque étendue au pinceau; on a pu aussi utiliser, malgré l'instabilité, des huiles qui mouillent les métaux. On peut donc affirmer que, pour la détection, la présence de l'air n'est nullement nécessaire.

De toutes ces expériences, il résulte que les diélectriques utilisés dans les détecteurs ci-dessus permettent de rapprocher les conducteurs à la distance convenable et maintiennent cette distance constante. Voici d'ailleurs comment M. Pelabon décrit le mécanisme de la détection dans un cas particulier en prenant comme conducteurs d'une part une sphère métallique et de l'autre un plan du même métal. Si l'on désigne par V la différence de leurs potentiels, par K le pouvoir inducteur du diélectrique et par e son épaisseur, on sait que la pression électrostatique a pour expression :

$$p = \frac{KV^2}{8\pi e^2}$$

Il faut remarquer que par suite de la petitesse de e, p peut prendre une valeur notable. Les granules du diélectrique interposé sont donc comprimés. Si à ce moment V s'annule, ils se détendront et les deux conducteurs seront ramenés à leur distance initiale. Si maintenant nous

Digitized by Google

supposons que le détecteur soit traversé par un courant à haute fréquence, V subira des variations de même fréquence, le système matériel entrera en vibrations. La distance l des deux conducteurs variera de e-a à $e+a$. Pour $l=e-a$, p est maximum pour $l=e+a$, $p=o$. A la distance $l=e-a$, la sphère est alternativement positive et négative. Si elle est négative, la densité superficielle des électrons pourra devenir telle qu'une partie de ces derniers s'en aillent sur le plan. Nous aurons donc un courant allant du plan à la sphère. On peut raisonner de la même façon dans le cas de la sphère positive, mais ici la densité de l'électricité négative étant pour une même valeur de p plus faible sur le plan, le courant électronique sera plus petit que dans le cas précédent; il y aura donc détection.

En résumé, le diélectrique joue un rôle purement mécanique; les particules isolantes qui doivent avoir les dimensions convenables doivent être très élastiques pour agir comme ressort. Tout en stabilisant la distance des deux conducteurs, elles produisent ainsi l'autodécohération.

P. A.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie appliquée

Les antidétonants. — On vend, sous des noms divers, des produits, qu'il suffirait d'ajouter, en petite quantité, au carburant ordinaire des moteurs d'automobiles, pour obtenir, sans modification importante de l'engin, une augmentation notable du rendement et par conséquent une économie d'essence ou de benzol.

Sans entrer dans des développements théoriques qui dépasseraient le cadre de cette note, nous allons essayer de donner simplement une idée du problème complexe en question.

Pendant longtemps, on a cru que les cognements qui se manifestaient, en certaines circonstances, dans les moteurs, étaient uniquement des phénomènes d'auto-allumage. Or, l'auto-allumage, c'est-à-dire l'allumage spontané, tel qu'il est utilisé, par exemple, dans les moteurs du genre Diesel, ne se manifeste guère au-dessous d'un taux de compression de 9, et ce taux n'est pas en usage — du moins jusqu'à présent — dans les moteurs à explosion, si bien qu'il est difficile de soutenir que l'auto-allumage est la cause du cognement.

M. Dumanois, Ingénieur en Chef de l'Aéronautique, s'est attaché à l'analyse des phénomènes d'allumage; il a constaté et il a démontré : que les détonations dangereuses dans un moteur ne sont dues que d'une manière tout à fait exceptionnelle à l'auto-allumage; qu'elles sont causées, au contraire, par un phénomène bien différent, celui de la création et de la propagation d'ondes de choc à travers les gaz carburés et à partir du centre de la perturbation, lieu de jaillissement de l'étincelle électrique. Ces ondes s'établissent dans le petit espace compris entre la culasse du moteur et la face active du piston et provoquent une série de pressions et de dépressions qui se propagent avec une vitesse beaucoup plus grande que la vitesse, fort réduite comme on le sait, de la propagation de l'inflammation même, des gaz carburés.

D'autre part, les compressions qu'entraîne ce phénomène ondulatoire au sein de la masse gazeuse, dépassent notablement les compressions volumétriques prévues et accélèrent la propagation de l'allumage, de sorte qu'il se produit une véritable déflagration, très dangereuse pour la conservation des organes du moteur.

C'est ce dernier phénomène que M. Dumanois s'est ingénié à supprimer ou, tout au moins, à atténuer.

Le problème avait une importance tout à fait considérable pour les moteurs d'aviation, parce que ces moteurs doivent être surcomprimés afin de ne perdre, lorsqu'ils fonctionnent aux altitudes élevées, que la plus petite fraction possible de leur puissance.

Sans doute, il existe déjà d'autres dispositifs efficaces pour cela, comme le turbo-compresseur Rateau, mais la réalisation d'un carburant non détonant n'en reste pas moins fort désirable.

***

D'ores et déjà, l'addition de *plomb tétraéthyle* à un mélange d'essence et de benzol, a donné des résultats encourageants.

Mais, dans les moteurs d'automobiles, peu poussés jusqu'à présent — du moins en ce qui concerne le taux de compression — il semble peu intéressant d'ajouter une substance dont les propriétés ne sont pas entièrement élucidées, substance qui ne peut d'ailleurs être employée sans inconvénient dans les lieux fermés, comme les garages, où elle pourrait causer des asphyxies, sinon brutales, du moins dangereuses pour le système nerveux. Le plomb tétraéthyle et les antidétonants en général, ne seront réellement avantageux pour les moteurs d'automobiles que lorsqu'il existera un moteur construit pour des taux de compression de 7, 8, 9, etc.

Vouloir actuellement augmenter le taux de compression des moteurs existants en ajoutant, par exemple, une rondelle au piston, serait aller au devant de graves déboires; car il ne suffit pas d'augmenter la compression pour accroître le rendement si l'on n'assure pas, en même temps, l'étanchéité entre le piston et le cylindre, si l'on n'empêche pas les fuites aux soupapes, etc...

Nous engageons donc nos lecteurs à observer la plus grande prudence.

***

Certains auteurs ont cherché à expliquer plus complètement les phénomènes d'auto-allumage et de détonation. Ces explications ne sont pas inutiles car elles pourraient servir de point de départ à une recherche systématique des carburants les plus convenables pour les moteurs d'automobiles ou d'avions.

L'exposé de ces notions nous entraînerait un peu loin. Qu'il nous suffise de dire que l'on voit généralement, dans l'ionisation des gaz carburés et dans la propagation très rapide de ces ions, qui devancent et préparent le phénomène, le processus principal de la déflagration à éviter.

D'une manière plus générale, des savants — et particulièrement M. Ch. Moureu — s'attachent à étudier, non pas seulement la combustion vive à volume presque constant et quasi instantané, dont la chambre de combustion des moteurs à explosion est le siège, mais le phénomène plus général de toutes les combustions, particulièrement des combustions vives.

S'appuyant sur la réversibilité des réactions chimiques, ils ont fondé les bases d'une nouvelle théorie sur les *antioxygènes*, c'est-à-dire sur les corps susceptibles de

Digitized by Google

ralentir, dans une certaine mesure, la rapidité des combustions vives.

Leurs travaux de grande valeur n'ont pas encore abouti à des conclusions immédiatement applicables pratiquement. C'est ainsi que la théorie indique que le phosphore et surtout certains composés du phosphore peuvent avoir une grande influence, mais on ne peut savoir, *à priori*, si ces corps agiront pour retarder ou pour exciter, au contraire, le phénomène.

Dans ces circonstances, il convient d'être prudent et d'attendre, pour modifier les moteurs et pour acheter des antidétonants, que des essais pratiques, longuement poursuivis, soient venus consacrer l'intérêt économique de l'addition de ces substances aux carburants habituels.

Edmond MARCOTTE.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — L'Institut dans sa séance trimestrielle tenue le 28 avril a attribué à l'Académie des Sciences une somme de 10.000 francs pour la publication des Mémoires de Sadi Carnot et de Charles Delaunay. Cette somme est prélevée sur les arrérages des fondations Jean Debrousse, Gas, et Auguste-Désiré Forestier.

— M. Matignon est désigné pour représenter l'Académie à la Commission supérieure des inventions, en remplacement de M. Haller, décédé.

— MM. P. Termier, Ch. Depéret, E. Haug sont délégués pour représenter l'Académie au Congrès géologique international de Madrid.

Congrès des Sociétés savantes. — Le 60e Congrès des délégués des Sociétés savantes de Paris et des départements s'ouvrira à la Sorbonne, le mardi 19 avril 1927, à quatorze heures.

Les journées des mardi 19, mercredi 20, jeudi 21 et vendredi 22 seront consacrées aux travaux du Congrès.

La séance générale de clôture aura lieu le samedi 23 avril, à quatorze heures.

Commission centrale d'optique. — Il est institué à Paris une commission centrale des instruments d'optique de la marine.

Cette commission a pour attribution l'étude de toutes les questions relatives à l'optique en vue de leur application aux besoins de la marine, soit par la réalisation d'instruments nouveaux, soit par le perfectionnement des instruments déjà en usage.

Elle se tient en liaison étroite avec les directions centrales des Constructions Navales et de l'Artillerie Navale et avec le Service Hydrographique pour assurer la coordination des études relatives à des instruments d'optique de même nature, mais ressortissant à des directions ou services centraux différents, et pour réaliser l'unité de vues en ce qui concerne l'installation, l'emploi et la répartition des instruments d'optique utilisés par plusieurs services.

La commission centrale des instruments d'optique est présidée par le directeur du Service Hydrographique et comprend les membres suivants :

M. Hamy, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.

M. Cotton, membre de l'Institut, professeur de physique à l'Université de Paris.

M. Fabry, professeur de physique à la Faculté des Sciences et à l'École Polytechnique.

M. Jobin, membre du Bureau des Longitudes.

L'ingénieur hydrographe, chef de la Section des instruments scientifiques.

L'officier de marine, chef du Bureau des instruments de navigation.

L'officier de marine, chef du 1er Bureau de l'état-major général.

Un ingénieur du Génie maritime.

Un ingénieur d'Artillerie navale.

Un officier du service des Recherches scientifiques.

L'officier chef du bureau « Matériel » au service central aéronautique.

Un ingénieur hydrographe est secrétaire de la commission avec voix consultative. (*J. O.*).

Commission centrale des instruments de navigation. — Il est institué à Paris une commission centrale des instruments de navigation.

Cette commission a pour attribution l'étude de toutes les questions concernant les instruments de navigation, soit par la réalisation d'instruments nouveaux, soit par le perfectionnement des instruments déjà en usage.

Institut du Cancer. — Cet Institut est rattaché à la Faculté de Médecine de Paris. (Décret présidentiel du 7 mai.)

Institut de Géographie. — Un décret présidentiel en date du 21 avril 1926 approuve la délibération du Conseil de l'Université de Paris portant création d'un Institut de Géographie.

École nationale d'Agriculture de Grignon. — A l'occasion du Centenaire de Grignon qui sera célébré les 10, 11 et 12 juillet, l'Association amicale des anciens élèves de l'École a ouvert une souscription non seulement entre ses membres, mais aussi entre les Associations agricoles et les Amis de l'Agriculture et de l'Enseignement agricole, pour donner plus d'éclat aux manifestations projetées : journée de l'Enseignement agricole à Paris, le 10 juillet, au Conservatoire des Arts et Métiers ; cérémonie officielle à Grignon le 11 juillet ; visites agricoles le 12 juillet : Fermes de l'École et Centre national d'expérimentation agricole.

Les souscriptions sont reçues à Grignon, par le Trésorier de l'Association.

Société française de protection des animaux. — Une « Semaine française de Protection des Animaux » aura lieu à Paris du 30 mai au 6 juin. Son but est de faire l'éducation du public et d'éclairer tous les milieux au sujet du traitement des animaux dans notre pays en créant un mouvement d'opinion par une semaine annuelle de propagande intensive.

Pour tous renseignements s'adresser 79, avenue de Villiers, Paris, siège du Comité d'organisation.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne :

Le 11 mai, M. Bedeau, doctorat ès-sciences physiques : « Contribution à la réalisation d'un étalon de faible capacité. Mesure des capacités en haute fréquence. »

Le 15 mai, M. Kühner, doctorat ès-sciences naturelles : « Contribution à l'étude des hyménomycètes et spécialement des agaricacés. »

Le 17 mai, M. Caridroit, doctorat ès-sciences naturelles : « Étude histophysiologique des transplantations testiculaire et ovarienne chez les gallinacés. »

Le 20 mai, M. Lecorbeiller, doctorat ès-sciences mathématiques : « Contribution à l'étude des formes quadratiques à indéterminées conjuguées. »

Facultés de médecine. — A la suite des derniers concours d'agrégation, ont été déclarés aptes aux fonctions d'agrégé :

Physiologie. — MM. Chaillet-Bert, Legrand et Santenoise (Paris) ; R. Fabre et Petiteau (Bordeaux) ; Bouisset et Delas (Toulouse) ; Hermann (Alger).

Digitized by Google

Pathologie expérimentale. — MM. Bénard et Troisier (Paris).

Anatomie pathologique. — MM. Leroux (Paris); Martin (Lyon); Oberling (Strasbourg).

Médecine. — MM. E. Halphen, H. Bénard, R. Bénard, Bordet, Cathala, Chabrol, Chevallier, Donzelot, Feuillié, Haguenau, Hutinel, Guy Laroche, Moreau, Paraf, Renaud, Tzanck, Valery-Radot, M.-P. Weil, Weissenbach (Paris); Barbier, Bernheim, Bertoye, Dechaume, Devic, Dufour, Dumas, Gardère, Gaté, Jacod (Lyon); Hanns, Terracol (Strasbourg); Simonin (Nancy); Riser et Roques (Toulouse); Lebon (Alger); Auguste, Gernez, Nayrac, Legrand (Lille); Piéri (Aix); Aubertin, Damade, Piéchaud (Bordeaux); Boulet, Pagès, Puech (Montpellier).

Médecine légale. — M. Piédelièvre (Paris).

Neurologie et *psychiatrie.* — MM. Alajouanine, Ceillier, Heuyer et Léon-Valensi (Paris); Devic (Lyon).

Dermatologie et *Syphiligraphie.* — MM. P. Blum et Sézary (Paris); Joulia (Bordeaux); Bertin (Lyon).

Ophtalmologie. — MM. Magitot (Paris); Cobrat (Lyon); Beauvieux (Bordeaux); Toulant (Alger).

Chirurgie. — MM. Brocq, Gatellier, de Gaudart, d'Allaines, Leveuf, Monlonguet, Quénu (Paris); Bardon, Charbonnel, Chenut, Loubat, (Bordeaux); Lefebvre (Toulouse); Bonniot, Perrin, Pollosson, Richer, Rochet, Wertheimer (Lyon); Aimé, Roux, Mourgue (Montpellier); Swyngedauw (Lille); Weiss (Strasbourg).

Physique médicale. — MM. Fabre, Malassez (Paris); Chevallier (Lyon); Dognon (Strasbourg).

Chimie. — MM. Sannié (Paris); Wünschendorff (Alger).

Pharmacologie. — M. Hazard (Paris).

Urologie. — MM. Foy (Paris); Darget (Bordeaux).

Bactériologie. — MM. Gastinel, Hauduroy (Paris).

Facultés de Pharmacie. — A la suite des derniers concours d'agrégation ont été déclarés aptes aux fonctions d'agrégé :

Sciences physiques. — MM. Delaby, Picou, Carals, Fabre, Fleury, Bedel.

Sciences naturelles. — MM. Bridel, Maseré, Bach, Regnier.

Muséum national d'Histoire naturelle. — L'Académie des Sciences a présenté pour la chaire de Physique végétale, vacante par suite du décès de M. Maquenne : en première ligne, M. Bridel; en seconde ligne, M. Paul Becquerel.

— *Cours de Paléontologie.* — M. le professeur Boule a commencé son cours le mercredi 5 mai, à 3 heures, et le continuera les mercredis et vendredis suivants, à la même heure, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon.

Après avoir résumé les cours des années précédentes sur la Paléontologie des temps quaternaires, le Professeur abordera l'étude des Hommes fossiles.

Des Conférences de démonstration auront lieu, dans la Galerie de Paléontologie, à des dates qui seront indiquées ultérieurement.

(Le Laboratoire de recherches est ouvert tous les jours de 10 heures du matin à 6 heures du soir.)

— *Cours d'Anthropologie.* — M. le Professeur Verneau a commencé son cours le mardi 4 mai, à 3 heures, et le continuera les samedis et mardis suivants, à la même heure, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, 2, rue de Buffon.

Le Professeur poursuivra l'étude des Races des colonies françaises et des Pays de protectorat.

Les jeudis, à la même heure, il fera au Laboratoire d'Anthropologie, 61, rue de Buffon, une série de Conférences sur les résultats de sa récente Mission aux Iles Canaries.

École Polytechnique. — M. Raibaud, lieutenant-colonel d'artillerie en retraite, est nommé chef des travaux pratiques de mécanique et conservateur des collections scientifiques du cours.

— Les compositions pour le concours d'admission à l'École Polytechnique, pour 1925, auront lieu les 10, 11, 12, 14, 15 et 16 juin, dans l'ordre suivant :

Jeudi 10 juin. — Matin (1re séance). — Première composition de mathématiques, de 7 h. 30 à 11 h. 30 (4 heures).

Soir (2e séance). — Chimie, de 14 h. 30 à 17 h. 30 (3 heures).

Vendredi 11 juin. — Matin (3e séance). — Première composition française, de 7 h. 30 à 10 heures (2 heures 1/2).

4e séance. — Composition de calcul, de 10 h. 15 à 11 h. 15 (1 heure).

Soir (5e séance). — Physique, de 14 h. 30 à 17 h. 30 (3 h.).

Samedi 12 juin. — Matin (6e séance). — Géométrie descriptive, de 7 h. 30 à 11 h. 30 (4 heures).

Soir (7e séance). — Langues vivantes obligatoires, de 14 h. 30 à 16 h. 30 (2 heures).

Lundi 14 juin. — Matin (8e séance). — Deuxième composition de mathématiques, de 7 h. 30 à 11 h. 30 (4 heures).

Soir (9e séance). — Deuxième composition française, de 14 h. 30 à 17 h. 30 (3 heures).

Mardi 15 juin. — Matin (10e séance). — Dessin graphique, de 8 à 11 heures (3 heures).

Soir (11e séance). — Langues vivantes facultatives, de 14 h. 30 à 16 heures (1 heure 1/2).

Mercredi 16 juin. — Matin (12e séance). — Dessin d'imitation, de 8 à 11 heures (3 heures).

Les centres prévus pour les compositions en 1926, sont les suivants : Alger, Amiens, Besançon, Bordeaux, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon, Douai, Grenoble, La Flèche, Lille, Lyon, Marseille, Metz, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Nîmes, Orléans, Paris, Poitiers, Reims, Rennes, Rouen, Saint-Étienne, Strasbourg, Toulouse, Tours, Versailles.

L'usage des tables de logarithmes à cinq décimales avec ou sans formules sera indistinctement toléré pour l'épreuve de calcul numérique. L'énoncé de l'épreuve devra donner la formule ou les formules pouvant être utilisées pour résoudre la question.

L'usage de la règle à calcul sera seul autorisé pour toutes les autres épreuves.

École de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris. — Par décret présidentiel en date du 6 mai, est approuvé le projet de convention intervenu entre le préfet de la Seine, le recteur de l'Université de Paris et le doyen de la Faculté des sciences de cette Université, en vue de rattacher l'École municipale de physique et de chimie industrielles à ladite Faculté des sciences. (*J. O.*)

École Nationale de céramique de Sèvres. — Un concours s'ouvrira le 19 juillet pour l'admission de sept élèves de nationalité française et trois élèves de nationalité étrangère. Pour tous renseignements s'adresser à la Manufacture nationale de Sèvres.

École Nationale supérieure des Mines de Saint-Étienne. — Par décret présidentiel en date du 30 avril, l'École Nationale des Mines de Saint-Étienne prend le titre d'École Nationale supérieure des Mines de Saint-Étienne.

Université de Lyon. — M. Thovert, Professeur sans chaire, Maître de Conférences de physique à la Faculté des sciences, est nommé Professeur de physique à ladite Faculté.

Université de Bordeaux. — M. Trousset, Professeur sans chaire à la Faculté des Sciences, est nommé Professeur de mécanique rationnelle à ladite Faculté.

— M. Cruchet, Professeur de pathologie et thérapeutique générales à la Faculté mixte de médecine et de pharmacie, est nommé sur sa demande Professeur de clinique médicale des maladies des enfants, à ladite Faculté.

École préparatoire de médecine et de pharmacie de Clermont. — Sont créées, une chaire d'hydrologie et une chaire de chimie organique et minérale.

L. F.

Digitized by Google

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 avril 1926

THÉORIE DES FONCTIONS. — *F.-P. Bessonoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions presque périodiques d'une variable complexe, définies dans tout le plan.**

CALCUL VECTORIEL. — *Axel Egnell* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Courbure et divergence.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A. Demoulin.* — **Sur la géométrie conforme des surfaces et des systèmes triples orthogonaux.**

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy.* — **Sur un cas particulier de diffraction des images solaires.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Eugène Barré* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur la théorie des fourneaux de mine.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Paul Le Rolland* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la mesure de la dureté par le pendule.**

Dans une Note récente relative à la dureté acquise par certains aciers, M. Guillet a mentionné que le pendule Herbert donnait des résultats plus précis que la bille Brinell, dans les essais de dureté de corps très durs. A cette occasion, M. Le Rolland signale qu'antérieurement à la présentation de l'appareil anglais il a utilisé une méthode reposant sur le même principe que celle de Herbert. Il publiera prochainement le résultat de ses recherches.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Sur la modulation fixe des postes émetteurs à triodes alimentés par courant continu.**

Tous les procédés de modulation à basse fréquence présentant des inconvénients, l'auteur en indique un plus rationnel qui consiste à ajouter à un poste émetteur autodyne, une hétérodyne de haute fréquence reliée à la grille, par inductance ou capacitance, et dont le circuit de plaque est réglé séparément sur une longueur d'onde très voisine.

Cet emploi d'hétérodyne haute fréquence sur le circuit émetteur diffère de l'emploi sur les appareils récepteurs, en ce que le circuit oscillant principal doit être réglé au-dessus de l'accrochage et non au-dessous, et que la modulation produite par l'hétérodyne diminue le courant efficace utilisé au lieu de l'augmenter.

PHÉNOMÈNES THERMIONIQUES. — *T.-V. Jonescu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les variations d'intensité du courant thermionique lorsqu'on change la distance entre le filament et l'anode.**

La distance entre le filament de platine et l'anode est réglée au moyen d'une vis micrométrique à 1/50 de millimètre près. Pour une différence de potentiel constante, l'intensité du courant croît avec la température du filament ; elle dépend également de la distribution des lignes de force électrique et, par suite, de la position de l'anode. L'auteur indique par des courbes les variations d'intensité qu'il a observées et résume les applications qu'il a faites de sa méthode.

SPECTROSCOPIE. — *Léon* et *Eugène Bloch.* — **Sur un second spectre d'étincelle du fer.**

Les auteurs ont poursuivi l'étude comparative des spectres d'arc et d'étincelle du fer au delà de la fin du spectre classique, dans la région qui s'étend de 2.300 à 1.850 Å.

A partir de la longueur d'onde 2.300 Å environ, le spectre d'arc et le spectre d'étincelle condensée deviennent tout à fait différents. Les raies polaires de MM. Fabry et Buisson constituent un premier spectre d'étincelle du fer que les auteurs désignent provisoirement par E_1. A côté des raies E_1, le spectre d'étincelle condensée contient des raies d'un type d'excitation plus élevé, qu'ils appellent E_2. Ces raies n'existant pas dans le spectre d'arc, elles apparaissent dans le spectre d'étincelle condensée comme raies courtes.

Les raies E_2 ne font leur apparition qu'à partir de $\lambda = 2.250$ Å.

— *E. Dureuil* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'emploi du magnésium comme électrodes-supports en analyse spectrale.**

Afin de remédier à certains inconvénients présentés par les méthodes actuelles dans l'étude des éléments dans les précipités, l'auteur a recherché un métal donnant le minimum de raies et susceptible d'être employé comme support dans la plupart des cas. Le magnésium, dont le spectre comprend seulement une cinquantaine de raies, convient bien. Dans la région comprise entre 7.000 et 3.500 U. A., il présente seulement une dizaine de raies fortes qui ne masquent aucune raie ultime. Le magnésium industriel donne les raies ultimes très faibles de Cu, Fe, Mn, Si, Ca, Na, Al et C ; ces impuretés ne seraient gênantes que pour la recherche de traces infimes de ces éléments.

POUVOIR ROTATOIRE. — *René Lucas* (prés. par M. Cotton). — **Sur le pouvoir rotatoire du camphre.**

L'auteur a montré précédemment qu'en solution dans l'acide sulfurique, le camphre droit donnait une solution lévogyre (*C. R.* 182, 1916, p. 378). En solution dans l'acide phosphorique concentré (1 gr. de camphre dans 50 cm³ de PO^4H^2 à 87 %), on obtient une solution lévogyre pour une partie du spectre visible et dextrogyre pour l'autre partie. Les nouveaux résultats obtenus prouvent que le camphre se comporte comme un mélange de deux espèces actives de dispersions différentes, ce qui confirme ce qu'avait dit l'auteur antérieurement. Dans la présente Note, il répond également à quelques remarques faites par M. Longchambon (*Thèse*, 1923 et *C. R.* 178, 1924, p. 951).

— *G. Bruhat* et *M. Pauthenier* (prés. par M. Cotton). — **Sur le pouvoir rotatoire dans l'ultra-violet de l'acide tartrique en solution étendue.**

Les mesures faites par les auteurs, mettent nettement en évidence l'existence d'une anomalie de dispersion rotatoire avec changement de signe dans l'ultra-violet, même pour la solution à 0,25 % : elles ne contredisent donc pas absolument l'hypothèse de Lowry et Austin ; toutefois la longueur d'onde du maximum, pour la solution la plus étendue, paraît être nettement inférieure à la valeur limite, 436 mμ, indiquée par ces auteurs. Les pouvoirs rotatoires spécifiques, de l'ordre de 20° trouvés pour les raies jaune et verte, avec la solution à 0,25 sont supérieurs à la valeur, de l'ordre de 16°, déduite par extrapolation des mesures de Lowry et Austin. Il paraît donc intervenir dans les solutions très diluées un phénomène nouveau qui ne peut être que la dissociation électrolytique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Jolibois, Henri Lefebvre* et *Pierre Montagne* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Décomposition du gaz carbonique par l'étincelle condensée pour pression réduite.**

Les auteurs ont utilisé un appareil décrit précédemment par l'un d'eux (C. R. 181, 1925, p. 608) et qui permet de mesurer avec précision l'augmentation de pression qui résulte de la transformation chimique d'un système gazeux soumis à une décharge électrique.

Les mesures effectuées sont exposées dans un tableau.

— *Mlle Suzanne Veil* (présentée par M. G. Urbain). — **La décomposition de l'eau oxygénée en présence de certains hydroxydes en suspension.**

L'auteur a étendu à l'hydroxyde ferrique et l'hydroxyde de chrome les recherches qu'elle avait poursuivies sur les variations magnétiques manifestées par l'hydroxyde nickeleux en suspension dans l'eau oxygénée. Les résultats obtenus conduisent à cette conclusion que dans les trois cas étudiés

Digitized by Google

(hydroxydes de nickel, de fer et de chrome), les phénomènes chimiques sont consécutifs à une variation magnétique de la phase solide. L'auteur dénomme de telles réactions des *réactions magnétochimiques*, afin de rappeler le double caractère qu'elles affectent.

— *L. Abonnenc* (prés. par M. J. Perrin). — **Gouttes formées dans un champ électrique.**

Le champ électrique n'a pas d'influence sur la viscosité du liquide. Les résultats relatifs aux liquides isolants montrent que pour une certaine fréquence N, le poids de la goutte n'est pas modifié par la création du champ ; celui-ci n'a donc pas, dans ces conditions, d'influence sur la tension superficielle du liquide. Les variations du poids d'une goutte ou de sa durée de formation dans un champ électrique semblent dues uniquement : d'une part, aux forces qui résultent de l'existence de charges qui se répartissent à la surface de la goutte comme sur une surface conductrice ; d'autre part, à des forces liées à la polarisation du diélectrique, comparables à celles qui interviennent dans le cas d'une goutte formée dans un champ magnétique.

L. FRANCHET.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky.* — **Sur les cultures spontanées des microbes fixateurs.**

Il est facile de faire paraître des colonies visibles à l'œil nu sur de la terre *moulée en plaques*, en se tenant au procédé suivant : on ajoute à de la terre fine 5 % d'amidon en poudre, on la pétrit en pâte épaisse avec un peu d'eau, on la presse au moyen d'une spatule dans une petite boîte de Petri, on en polit finalement la surface en se servant d'une lame de verre trempée dans l'eau. Au bout de 48 heures à l'étuve à 30°, on trouve la surface lisse de la plaque pointillée de petites colonies, hyalines ou blanchâtres, composées exclusivement d'*Azotobacter* à l'état de pureté microscopique presque complète. Ces cultures spontanées ne se développeront, bien entendu, que dans des terres qui en hébergent les germes.

MICROBIOLOGIE. — *Charles Nicolle, E. Conseil* et *P. Durand.* — **L'agent de la scarlatine.**

Les auteurs établissent qu'un streptocoque est bien l'agent de la scarlatine. La vaccination préventive contre cette maladie s'impose par conséquent, dans les conditions formulées par les Dick ou dans des conditions voisines.

— *J. Sabrazès* (prés. par M. H. Vincent). — **Spirochètes des selles typhiques et paratyphiques ; leur agglutinabilité possible par le sang du porteur ; leur présence dans la péritonite par perforation.**

Chez tous les typhiques et paratyphiques, il existe des spirochètes dans les selles ; dans les péritonites par perforation on en trouve dans l'exsudat. Les spirochètes associés dans l'intestin aux bacilles typhiques ou paratyphiques jouent peut-être, chez certains malades, un rôle pathogène qui demande à être défini.

— *Georges Blanc* et *Jean Caminopetros* (prés. par M. Roux). — **Quelques expériences sur l'infection charbonneuse.**

La peau n'est pas le seul organe sensible à l'infection charbonneuse ; le système nerveux central est beaucoup plus réceptif que le revêtement cutané. Les auteurs se demandent si le succès des vaccinations cutanées, selon la technique instituée par Besredka, ne tient pas à ce fait que le revêtement cutané est parcouru par un réseau très serré de fibres nerveuses.

GÉOLOGIE. — *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur l'existence de nappes, lambeaux de recouvrement et fenêtres dans le massif cristallin du mont Pilat près Saint-Étienne.**

Au-dessus du plateau granitique de Pélussin, la nappe des Trois-Dents forme le socle du mont Monnet, du mont de la Chapelle et du mont Pilat. Plus haut ou plus au Nord, la nappe de Pouyardière joue dans la structure un rôle prépondérant. Les lambeaux de la nappe du Pilat flottent au nord du mont Pilat et sur la crête, tandis qu'au fond de l'amphithéâtre, dans une fenêtre, apparaît la nappe des Trois-Dents. Un peu à l'Ouest, sous cette nappe, la fenêtre de la Farra laisse voir le gneiss granitoïde du substratum.

— *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur la présence de dépôts glaciaires quaternaires dans le Riff oriental.**

Il n'a pas été possible à l'auteur de déterminer à quel âge de glaciation alpestre doivent être rattachés les glaciers du Riff. Il semble d'ailleurs qu'en quelques points, des traces de glaciation, plus ancienne que celle dont les moraines se rencontrent à la côte 1500, soient reconnaissables, notamment dans la partie basse de la vallée de l'Oued Sidi Youcef.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *P. Mougin* (transm. par M. G. Ferrié). — **La périodicité des crues glaciaires.**

Des recherches faites aux archives municipales de Chamonix et aux archives départementales de la Haute-Savoie, les renseignements extraits des relations de divers savants et voyageurs, et l'étude d'une foule d'autres documents ont permis à l'auteur de fixer peu à peu les dates des maxima d'extension des appareils glaciaires voisins de Chamonix.

VULCANOLOGIE. — *J. Thoulet.* — **Région volcanique abyssale active des îles Hawaï dans le Pacifique nord.**

Le fond de l'Océan, et tout particulièrement les parages de l'archipel des Sandwich, est semé de volcans abyssaux à divers degrés d'activité. Pendant leurs éruptions, ces volcans dégagent des torrents d'eau, de gaz et de vapeurs qui, sous la pression de 5.000 m d'eau, sont immédiatement liquéfiés et dissous dans l'eau ambiante dont ils augmentent considérablement la densité.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Theodor Lippmaa* (prés. par M. Guignard). — **Sur la formation des chromoplastes chez les Phanérogames.**

Tandis que le saccharose favorise à un très haut degré la formation des chromoplastes, il n'en est pas de même du lactose. Parmi les hexoses, le glucose et le fructose agissent à peu près comme le saccharose, puis viennent le galactose, le mannose. Le xylose, l'arabinose, l'érythrite et la mannite ne favorisent pas la formation de la rhodoxanthine.

Les cations (K, Na, Mg, Ca) n'ont aucune action visible sur la formation ; les anions, au contraire, produisent un résultat remarquable : les chlorures, sulfates et carbonates ont une influence à peine sensible ; les nitrates empêchent totalement le développement des chromoplastes.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mlle Eudoxie Bachrach* (prés. par M. Charles Richet). — **Les effets de l'intoxication du Bacille lactique par le chlorure de potassium à différentes températures.**

La réaction de la bactérie lactique vis-à-vis d'un même poison (KCl) change de sens suivant la température ; si l'intoxication se fait à haute température (39°-40°), la résistance au toxique augmente (accoutumance) ; si l'intoxication se fait à basse température (26°), cette résistance diminue (sensibilisation).

HISTO-PHYSIOLOGIE. — *A. Paillot* et *R. Noël* (prés. par M. Henneguy). — **Sur l'origine des inclusions albuminoïdes du corps adipeux des Insectes.**

Il existe, au cours de la mue, un véritable *cycle* qui, partant du chondriome normal, aboutit à la grosse granulation ou « plaste » albuminoïde, depuis longtemps connu ; c'est la phase ascendante du cycle, qui est suivie d'une phase descendante, pendant laquelle, après utilisation des plastes, les chondriocontes initiaux sont régénérés.

Au cours des différents stades de la nymphose, des phénomènes morphologiques exactement superposables aux précédents, ont pu être suivis.

Au cours du jeûne provoqué, des inclusions albuminoïdes

Digitized by Google

d'origine mitochondriale, apparaissent aussi dans certains éléments du corps adipeux.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. Charles Richet). — **Sur une nouvelle méthode de titrage physiologique des préparations ergotées.**

La méthode proposée est basée sur la paralysie des vaso-constricteurs sympathiques rénaux. Elle est sensible et constante et permet de faire plusieurs expériences sur un même animal, car la paralysie des vaso-constricteurs sympathiques rénaux est peu durable, du moins si elle est obtenue par une dose de substance active dépassant peu la dose minima effective.

La dose minimale d'ergotamine cristallisée nécessaire pour produire sûrement la paralysie des vaso-constricteurs rénaux sympathique oscille entre 1 /60 et 1 /30 de milligramme par kilogramme de chien.

— *J. Gautrelet, R. Bargy* et *Mme Vechiu* (prés. par M. Ch. Richet). — **Action du chloralose sur le système nerveux végétatif.**

Il semble qu'à la différence de l'hydrate de chloral, le chloralose, à dose suffisamment élevée, provoque l'hypotonie intestinale, et, s'il ne modifie pas l'activité de l'acétycholine, diminue la réaction de la pilocarpine : loin d'être un excitant parasympathique, le chloralose est donc susceptible de se comporter comme un léger excitant sympathique. Les expériences des auteurs sur l'utérus confirment cette opinion.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (transm. par M. Matignon). — **La méthode à l'acétone permet de localiser dans la sérumalbumine l'hémolysine d'un immunsérum hémolytique.**

La recherche de la *sensibilisatrice* a porté sur un sérum équin hémolytique à moins de 1 % pour les globules rouges de mouton. Ce sérum avait été chauffé au préalable une demi-heure à 56° pour détruire l'alexine. La recherche de l'alexine a porté sur le sérum, fraîchement recueilli, de cobaye.

Les résultats obtenus démontrent très nettement que les hémolysines spécifiques accompagnent presque quantitativement la sérumalbumine. Ils apportent en même temps une nouvelle confirmation de la valeur de la méthode à l'acétone comme instrument d'analyse et d'investigation biologique.

MÉDECINE. — *Marage* (prés. par M. d'Arsonval). — **Influence de la dose du médicament sur la défense de l'organisme.**

Les résultats relatés dans cette Note montrent que les effets des doses infinitésimales de médicaments peuvent, chez un organisme, dans des conditions spéciales, produire des effets aussi énergiques et parfois même plus énergiques que des médicaments employés à doses pondérables.

P. GUÉRIN.

Séance du 3 mai 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Ser* (prés. par M. Appel). — **Sur une expression de la fonction ζ (s).**

GÉOMÉTRIE. — *Enea Bortolotti* (prés. par M. Appell). — **Sur l'habillage des surfaces et sur les transports des directions le long d'une courbe.**

— *André Weil* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les surfaces à courbure négative.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Tzitzéica* (prés. par M. Goursat). — **Sur une nouvelle classe de congruences.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Paul Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les surfaces dont le réseau de déformation projective est un réseau conjugué de Kœnigs.**

HYDRODYNAMIQUE. — *B. Finzi* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Constatation énergétique du paradoxe de d'Alemberg dans les liquides visqueux.**

AVIATION. — *R. Moineau* (prés. par M. J.-L. Breton). — **Avion à voilure tournante.**

Cet avion, imaginé par l'auteur, est constitué par une ou plusieurs roues à aubes dont l'axe est dirigé sensiblement suivant la trajectoire, la sustentation étant obtenue par l'attaque oblique des aubes. Cette nouvelle roue a montré une qualité sustentatrice voisine de l'hélicoptère et une finesse, en translation, meilleure. Le système de commande permet la sustentation, quelle que soit la puissance, et la stabilité par la possibilité d'avoir instantanément, sur l'axe, des efforts verticaux ou horizontaux, de même sens ou de sens différent à l'avant et à l'arrière. L'autorotation permet de régler la vitesse de descente, et la répartition des masses à la périphérie permet de freiner cette vitesse efficacement.

OPTIQUE. — *A. Zimmern* (prés. par M. Cotton). — **Sur une nouvelle méthode de production de l'hérapathite.**

L'hérapathite, découvert par Hérapath, peut servir à polariser la lumière, mais est inutilisable en optique par suite de la petitesse des cristaux. Ce sel qui est du sulfate d'iodoquinine était obtenu en mélangeant à chaud une solution alcoolique d'iode avec une solution acéto-alcoolique de sulfate neutre de quinine. L'auteur a pu obtenir des cristaux plus grands par un procédé qui consiste à faire agir l'iode sur la solution quinique non plus sous forme de teinture d'iode, mais sous forme de vapeur d'iode, dans des conditions bien définies de température.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *A. Dauvillier* (prés. par M. de Broglie). — **Extension du spectre des rayons Röntgen vers l'ultra-violet. Spectre K du carbone.**

Le spectre des rayons X avait pu être étendu à la longueur d'onde 21,7 A (L α Cr) par Thoraeus et Siegbahn. L'auteur a imaginé un appareil, dont il donne la description, lui permettant de pénétrer plus avant dans ce domaine et qui lui a donné des résultats déjà satisfaisants. Avec une dispersion de 1,19 A par millimètre et des poses de 3 heures, effectuées sous 3.000 volts avec une vingtaine de milliampères, les sept premiers ordres du doublet M α β du tungstène sont visibles et servent à étalonner la plaque. Des écrans longitudinaux de cellophane (0 mm. 02) et d'or battu servent à distinguer les ordres et à identifier les raies d'après leur absorption. Avec une cathode de graphite, on a obtenu une raie intense à 45,3 Å, paraissant simple quoique diffuse et réduite au cinquième par l'or, en accord avec les mesures d'absorption. Cette ligne est K α_2 du carbone qui doit constituer l'unique radiation du spectre K de cet élément (2 électrons L_2). Le fond continu est faible ; il s'étend jusqu'à 70 Å.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Lebeau* et *P. Marmasse* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le dosage de petites quantités d'hydrogène dans les mélanges gazeux.**

La méthode employée est basée sur l'emploi d'un gel de silice et d'une basse température. En faisant passer un mélange gazeux formé de méthane, d'hydrogène, d'azote, d'oxygène, d'oxyde de carbone et de gaz rares dans un appareil contenant du gel de silice, préalablement purgé du gaz à 150° dans le vide, refroidi à la température de l'air liquide, soit environ — 190°, les tensions de l'azote, du méthane, de l'oxyde de carbone, de l'oxygène et de l'argon, peuvent être considérées comme sensiblement nulles. Les déterminations faites à l'aide d'une jauge de Mac Leod correspondent à un entraînement, pour le passage de 1 litre d'hydrogène, de 0 cm³ 0005 de méthane, de 0 cm³ 001 d'oxyde de carbone, de 0 cm³ 008 d'oxygène et de 0 cm³ 01 d'azote. Les gaz qui ne sont pas fixés, dans ces conditions, par le gel de silice sont l'hydrogène et l'hélium.

— *A. Travers* (prés. par M. C. Matignon). — **L'oxydation du manganèse en acide permanganique et ses conséquences dans l'application au dosage du manganèse.**

L'oxydation du manganèse en acide permanganique

Digitized by Google

présente des difficultés que l'auteur a cherché à écarter par l'application d'une méthode nouvelle qui consiste à effectuer l'oxydation à l'ébullition, en milieu à la fois sulfurique (3 %) et métaphosphorique (2 % d'acide PO^3H vitreux pulvérisé). Le réactif oxydant est le persulfate d'ammoniaque employé à l'état solide (de 1 à 10 gr. suivant la teneur en manganèse). On ajoute quelques centimètres cubes de NO^3 Ag décinormal (5 cm^3 par 125 mg. de Mn) catalyseur.

CHIMIE MINÉRALE. — *Marcel Guillot* (prés. par M. A. Béhal). — **Recherches sur les sels complexes provenant de l'action de l'α-picoline sur les iridohexachlorures alcalins.**

M. Delépine a exposé naguère l'action de la pyridine sur les solutions aqueuses d'iridohexachlorures alcalins. Dans cette Note, M. Guillot montre que l'α-picoline se comporte, avec ces mêmes solutions, d'une façon sensiblement différente et il étudie les sels complexes qu'il a obtenus.

L. FRANÇHET.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky.* — **Sur le diagnostic de l'aptitude du sol à fixer l'azote.**

Un sol *actif* est reconnaissable à la rapidité avec laquelle il répond par des pullulations massives d'*Azotobacter* à tout apport de carbone assimilable. Leur densité s'y maintient en conséquence au minimum, et les germes, souvent rajeunis, y persistent à l'état actif.

Parmi les cinq épreuves indiquées par l'auteur pour faire le diagnostic d'une terre active, on peut signaler la suivante. On incorpore 0 gr. 5 de mannite à 50 gr. de terre. Au bout de 48 heures à 30°, on fait l'examen microscopique de la terre. Une culture spontanée d'*Azotobacter* montrera que la terre est active ; son apparition tardive ou son absence indiquera que la terre est peu active ou inactive.

Une terre inactive est caractérisée avec précision par l'absence totale de germes *Azotobacter*.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Jean Tilho.* — **Sur une aggravation du danger de capture par le Niger des principaux affluents du Tchad.**

L'existence du lac Tchad est menacée par l'éventualité de la capture du système hydrographique Logone-Chari, son principal tributaire, par la Bénoué, affluent de gauche du Niger. L'auteur estime que l'on pourrait envisager comme projets de défense efficaces les suivants : 1° Colmatage du canal de Ham à Pogo, aux points les plus favorables ; 2° Rétablissement de l'ancien débouché de la Kabbia dans le Logone par le creusement d'un chenal d'une dizaine de kilomètres de longueur, reliant le lac de Fianga aux mares qui s'échelonnent jusqu'à Diokoïdi ; 3° Relèvement du plan d'eau du Toubouri par un barrage construit près de Mbourao, au sommet des premiers rapides marquant la rupture de pente qui aboutit aux chutes Gauthiot.

GÉOLOGIE. — *Mme Ida Vaillant-Couturier-Treat* (prés. par M. Émile Haug). — **Note sur le Permien marin de Madagascar.**

Les couches fossilifères renfermant les échantillons de M. Waterlot, provenant des environs d'Ankitohazo, district d'Ambilobé, peuvent être parallélisées avec celles du Permien de l'Inde et de la Perse. Ce résultat confirme la détermination préliminaire qu'avait faite M. Boule sur des échantillons à lui remis en 1911 par M. A. Lacroix.

GÉNÉTIQUE. — *Em. Miège* (prés. par M. E. Roux). — **Apparition du *Triticum durum* Desf. dans la descendance d'hybrides de deux *Triticum vulgare* Vill.**

En 1921, l'auteur a pratiqué l'hybridation : *Triticum vulgare alborubrum* Kcke (var. *Indian Pearl*) × *Triticum vulgare oasicolum* D. (var. *Extrême-Sud Algérien*). Parmi les disjonctions observées plus tard, les unes se sont montrées semblables aux formes originelles, les autres absolument identiques à *Tr. durum*, certaines enfin présentant des caractères intermédiaires ou des chimères de cette espèce et de *Tr. vulgare*.

ENTOMOLOGIE. — *L. Mercier* et *J. Villeneuve* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Deuxième contribution à l'étude de l'anatomie de la tête des Diptères Cyclorhaphes : La lunule et ses organes sensoriels.**

Sous la lunule, entre les insertions des antennes, il existe deux organes sensoriels semblables que les auteurs considèrent comme des organes chordotonaux.

Ce qui constitue la caractéristique des organes chordotonaux préantennaires de *Calliphora erythrocephala* Meig., c'est d'être en rapport avec des muscles tenseurs spéciaux, qui semblent manquer chez les Fourmis. Pendant le phénomène de l'ecdysis, ces muscles dirigent les déplacements de la lunule et finalement l'amarrent en bonne place ; aussi les auteurs leur donnent-ils le nom de *muscles gubernateurs de la lunule.*

ZOOLOGIE. — *A. Vandel* (prés. par M. F. Mesnil). — **La spanandrie (disette de mâles) géographique chez le Myriapode *Polyxenus lagurus* (L.).**

Ce nouvel exemple de spanandrie géographique montre que la limite spanandrique, c'est-à-dire la région où les mâles commencent à devenir rares, est très variable suivant les espèces. Pour les *Phasmides* et *Myrmecophila*, c'est le nord de l'Afrique ; pour *Trichoniscus provisorius*, c'est le Midi de la France ; pour *Polyxenus*, c'est la région baltique ; pour *Daphnia pulex*, c'est le Groenland et le Spitzberg.

BIOLOGIE. — *Gilbert Ranson* (prés. par M. L. Joubin). — **La nutrition chez les animaux aquatiques.**

D'observations poursuivies principalement chez les Huîtres, il ressort nettement que les Mollusques et certainement presque tous les animaux marins absorbent directement par la surface extérieure de leur corps, autant que par voie intestinale, les matières organiques en solution dans l'eau.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Le chanvre, par P. F. LEVÈQUE. In-16 de 80 pages avec 26 figures. Librairie agricole, 26 rue Jacob, Paris. — Prix : 3 fr. 50.

L'auteur résume les données générales sur le chanvre, auxquelles il ajoute quelques statistiques de production.

Encourager la culture du chanvre c'est développer la production de blé car sur les terrains cultivés en chanvre les rendements moyens en blé sont doublés.

La culture du chanvre dans la Sarthe est prise comme exemple et comprend un chapitre entier.

Le traitement du chanvre après l'arrachage, le rouissage sont bien exposés.

En résumé cet opuscule constitue un petit traité pratique de la culture et de la préparation du chanvre : il est écrit par un directeur des services agricoles d'une région de France où la culture du chanvre est bien faite.

L. R.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 11 — 64e ANNÉE — 12 JUIN 1926

LA SÉISMOLOGIE PRATIQUE

La séismologie est, comme son nom l'indique, l'étude des *séismes* ou mouvements de la terre (1); elle n'a pas seulement pour fin d'enrichir la statistique des phénomènes naturels en cataloguant les tremblements de terre, elle constitue un chapitre de la physique. Le séismographe est le seul instrument qui nous permette de sonder l'intérieur de la terre, d'en découvrir les anomalies, de nous faire une opinion sur la nature des différentes couches internes (2). Elle seule nous renseigne sur la vitesse de propagation des ondes élastiques soit à travers le globe, soit dans l'écorce terrestre.

Science encore jeune, mais peut-être la mieux organisée au point de vue international, elle a déjà amplement enrichi nos connaissances, tant au point de vue théorique qu'au point de vue expérimental. Mais, malgré ses beaux résultats, elle est encore impuissante et à prévoir les catastrophes et à en enrayer les terribles conséquences. Aussi bien des gens, ceux que ne sauraient toucher les merveilles sublimes de la science pure et qu'attire plutôt l'exploitation directe de la science appliquée, reprochent à la séismologie et à la géophysique en général la pénurie de ses applications pratiques. Même si ce reproche était justifié, faudrait-il pour cela renoncer à des études jugées stériles, négatives en apparence? « La recherche de la vérité, a dit Poincaré, doit être le but unique de notre activité. C'est la seule fin qui soit digne d'elle. » Peu importe que la science que nous cultivons n'ait encore qu'un petit nombre d'applications directement utilisables si l'étude des séismes que doit subir notre planète peut, faible compensation des souffrances humaines, augmenter nos connaissances. Et pourtant, la séismologie n'est pas entièrement dépourvue d'applications : elle en a déjà un nombre tel que j'ai pu leur consacrer mon cours de l'hiver dernier à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

J'essaierai, dans cet article, en dressant un tableau d'ensemble des problèmes que comporte la *séismologie pratique*, de faire comprendre le côté utilitaire de cette science nouvelle.

***

Tous ceux qui s'occupent de construction savent bien que parfois, sans cause apparente, des maisons sont fissurées, des ouvrages d'art sont endommagés sans qu'il y ait eu de séisme à proprement parler. Il a pu se produire de petits mouvements, de petites inclinaisons du sol, qui s'évaluent par des fractions de degré ou même de minute ou de seconde d'arc et qui pourtant sont suffisantes pour disloquer un bâtiment. Il est certain que dans ces sortes de mouvements l'eau joue un rôle prépondérant : les géographes étudient les lents phénomènes d'érosion qui se sont produits dans la longue suite des siècles; mais parfois nous assistons à un épisode de ce long processus, à un phénomène

(1) On dit quelquefois *sismologie* par déformation euphonique ; le mot correct est *séismologie*. En grec, Σεισμοσ signifie mouvement, tandis que σισμοσ, comme l'a fait remarquer M. Bigourdan, veut dire sifflement.

(2) Au sujet de cet aspect de la séismologie, et aussi pour l'historique de cette science, voir la préface de mon livre : *Le tremblement de terre*, Alcan, Paris.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

**

Digitized by Google

instantané, brusque conséquence du travail souterrain, affaissement ou glissement de couches.

Il arrive malheureusement trop fréquemment que des barrages de montagnes, des murs de

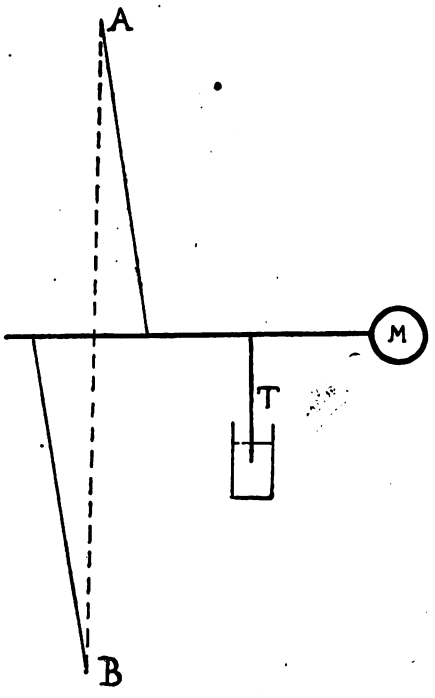


Fig. 194.

bassins artificiels, présentant un point plus ou moins faible, cèdent plus ou moins brusquement sous les poussées hydrostatiques. Rappellerai-je l'épouvantable sinistre de Bouzey, près d'Épinal, en 1895 où la rupture de la digue formée par un mur de 500 mètres de long, cédant dans sa partie centrale, déversa subitement dans un vallon de 500 mètres de diamètre 7.000.000 de mètres cubes ou de tonnes d'eau. Beaucoup plus récemment, la rupture d'un barrage a causé en quelques minutes la ruine d'un des plus jolis paysages de la région de Bergame. Il s'agit du vallon de Gleno, continué par le val de Dezzo, qui se resserre ensuite pour former la gorge magnifique que les Italiens appellent la « Via Mala Lombarda ».

Notre collègue, E. Oddone (1), de l'Office Central Géodynamique Italien, a appelé l'attention sur le rôle de la séismologie, des vibrations, des affaissements et des glissements dans les barrages artificiels.

Le barrage risquera d'autant plus d'être ébranlé par un séisme que ses piliers reposeront sur des couches de constitutions géologiques différentes, fracturées et par suite sujettes aux infiltrations et aux glissements. Les risques seront moindres si les piliers reposent sur un sol uni, homogène, élastique.

Dans les pays de montagnes, où l'on établit la plupart des barrages, c'est le premier cas qui semble le plus fréquent.

Il y aurait donc lieu d'établir une surveillance active de l'état du barrage, où la moindre fissure peut devenir dangereuse.

Dans certaines régions instables, comme dans certaines colonies, où de petits glissements de couches argileuses sont par exemple à craindre, la même surveillance pourrait être étendue aux divers ouvrages d'art.

La mécanique permet au séismologue de le faire en mettant à sa disposition un instrument précieux « *le pendule horizontal* » (fig. 194). On appelle ainsi une masse mobile autour d'un axe presque vertical (1). Si T désigne la période lorsque le pendule fait avec la verticale un angle i, si T_o est la période du même pendule oscillant à la manière ordinaire autour d'un axe horizontal, on a entre T, T_o et i la relation $T_o^2 = T^2 \sin i$. D'autre part, on démontre que si la verticale du lieu s'incline d'un angle ε, le pendule subit une déviation δ telle que

$$\text{tang } \varepsilon = \text{tang } \delta \sin i$$

ou pour des valeurs très petites de ε et de δ

$$\varepsilon = \delta \sin i.$$

Cette formule montre que si i est petit, on pourra obtenir pour une inclinaison donnée ε une grande déviation du pendule.

Un exemple numérique fera mieux comprendre cette intéressante propriété. Un pendule, ayant servi au géophysicien Hecker, avait une longueur équivalente (pendule synchrone vertical) de $0^m,25$; lorsque son axe faisait avec la verticale un angle de 7'5, $\sin 7'5 = \frac{1}{700}$, la longueur synchrone équivalente eût été de 175 mètres. Le pendule observé à 8 mètres par la méthode classique de Poggendorff conduisait à une déviation de 2 mm. sur l'échelle.

De ces données on peut aisément déduire que l'inclinaison de la verticale, correspondant à ces deux millimètres, était de 0"07. Un pendule de Milne (construction anglaise) de période 12 se-

(1) E. Oddone : La séismologie et les barrages artificiels. Union géodésique et géophysique internationale. Publications du Bureau central séismologique international, sous la direction de E. Rothé. Série A, travaux scientifiques. Fascicule n° 2, p. 25.

(1) Une porte montée sur ses gonds donne de ce pendule une image assez fidèle : si la ligne des gonds est rigoureusement verticale, la porte est en équilibre indifférent, sa période d'oscillation est infinie. Si la ligne des gonds s'incline légèrement pour former un angle i avec la verticale, l'équilibre devient stable, la période diminue.

Digitized by Google

condes, donnait une déviation de 43 mm. par seconde d'arc. Telle est la sensibilité du pendule horizontal, merveilleux instrument trop peu connu, trop peu utilisé, surtout en France, alors qu'il est l'œuvre du Français Perrot. Je ne sais s'il existe un seul laboratoire de physique générale où les élèves soient exercés à sa manipulation et pourtant les services qu'il est susceptible de rendre pour la surveillance de la stabilité des édifices et des barrages, justifieraient une plus grande faveur.

Je donnerai comme exemple l'application qui fut faite de cet instrument au cours des dernières années pendant les travaux de réfection de la cathédrale de Strasbourg.

***

Il y avait autrefois à Strasbourg une vieille église Romane, datant du XI[e] siècle et reposant sur des fondations construites avec des matériaux

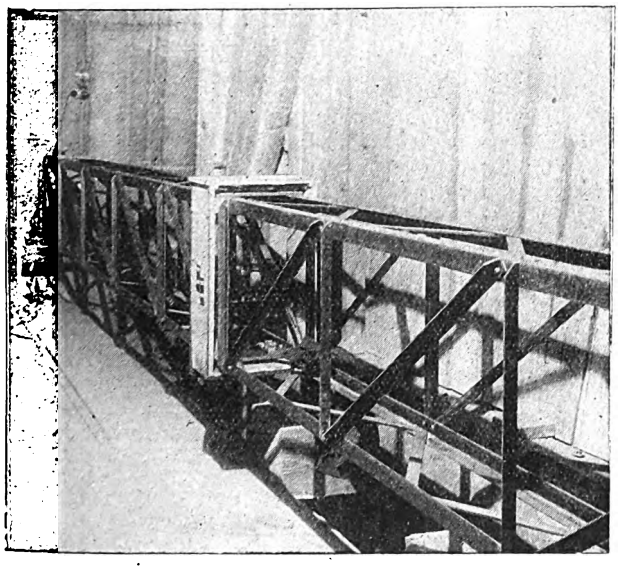


Fig. 195. — Installation du pendule. Poutrelle de soutien.

empruntés à un ancien camp romain. Ces fondations reposaient sur des têtes de pilotis formées par de gros troncs d'aunes, très abondants à cette époque dans la plaine marécageuse environnant la ville. L'église Romane ayant été sérieusement endommagée par une série d'incendies successifs, l'évêque Conrad I[er] entreprit en 1175, sur les fondations de l'ancienne église, la construction d'une cathédrale gothique dont les plans subirent des modifications nombreuses à travers les siècles, d'abord le remplissage de la façade, puis l'élévation d'une tour surmontée enfin de la flèche. Dès 1665, un des architectes de la cathédrale constata qu'un des piliers présentait de légères fentes qu'il attribua d'abord à un défaut de construction. Mais l'examen des fondations montra que les têtes de pilotis de ce pilier étaient presque entièrement pourries. En 1903 on remplaça quelques pierres de ce pilier

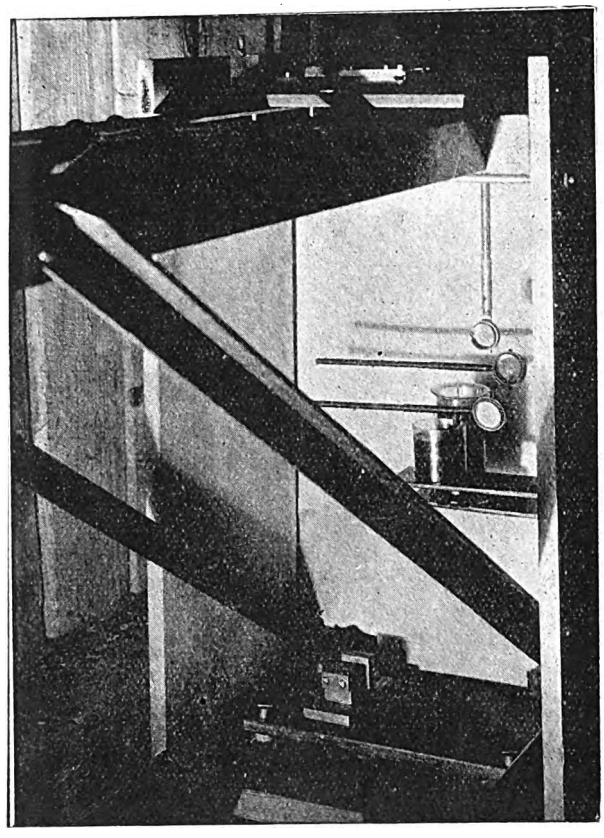


Fig. 196. — Pendule horizontal utilisé pendant les travaux de réfection du pilier de la cathédrale de Strasbourg.

et bientôt après elles se fendillaient à leur tour. En 1907 on prit la précaution de fretter solidement ce pilier. *Cette précaution évita probablement un grave accident*, car quelques années plus tard, le 16 novembre 1911, se produisit un important tremblement de terre dont l'épicentre était au nord du lac de Constance, séisme qui fut ressenti dans toute l'Alsace et la Lorraine. J'en fus moi-même témoin à Nancy. La secousse fut assez forte à Strasbourg. Que serait-il arrivé sans ce frettage?

On avait d'ailleurs procédé aussi à l'examen des fondations du pilier : malgré la pourriture des têtes de pilotis, les fondations en moellons ne présentaient aucune rupture. La conclusion était claire : les fentes du pilier ne pouvaient être attribuées à une faiblesse des fondations, mais à un excès de pression.

Je ne puis m'attarder ici à l'exposé des recherches qui furent faites, ni à un exposé technique, et j'en indiquerai seulement la cause finale, le

Digitized by Google

tassement des fondations d'un pilier de la grande tour, voisin du précédent. Non seulement les têtes de pilotis étaient absentes comme celles du précédent, mais, chose plus grave, les fondations de la tour gothique ne formaient plus un tout avec les fondations Romanes; elles en étaient séparées par endroits par un lit de terre et de débris. Est-ce le fait d'une négligence des premiers constructeurs? Faut-il attribuer une part au moins de ces dégâts aux fréquents séismes qui se sont produits à Strasbourg à travers les siècles, dont plusieurs furent assez intenses pour produire une panique, pour détacher des ornements de la flèche?

Mon opinion personnelle est qu'on ne peut faire complètement abstraction de cette série de phénomènes destructifs. Quoi qu'il en soit, les fondations présentaient de larges fissures et n'étaient plus en état de supporter l'énorme charge de la Tour. Comment dans ces conditions

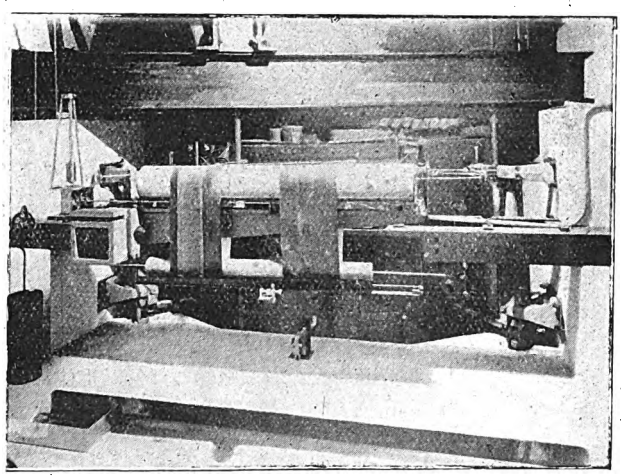


Fig. 197. — Grand séismographe de 19 tonnes.

un affaissement ne s'est-il pas produit à travers les siècles? C'est qu'un architecte de la cathédrale, dont le nom est incertain, eut l'idée, d'une ingéniosité remarquable, de procéder au remplissage par de la maçonnerie de la première travée de la nef et de la moitié de la baie ogivale voisine de la Tour au-dessus du triforium. Enfin, il construisit un arc-boutant qui se voit à peine de l'extérieur contre la tour. Il réussit ainsi à répartir le poids de la tour et à en reporter une partie précisément sur le pilier qui accusa des fissures. De l'avis de tous les gens compétents, c'est cette addition au plan primitif qui permit d'atteindre notre époque où les puissants moyens dont nous disposons rendent possible un remède à une situation critique.

Peut-être me suis-je trop étendu sur cet exposé historique, mais on estimera sans doute que cette question est d'actualité au moment où la catastrophe de Toulouse, l'effondrement de l'ancienne église du XVe siècle de la Dalbade (11 avril 1926, 3 h. 15) appelle l'attention sur la surveillance des monuments historiques.

C'est sous l'occupation allemande que les travaux de réfection furent commencés; ils ont été achevés depuis le retour de Strasbourg à la France et quelques modifications au programme primitif furent apportées sur les conseils de M. Montigny, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, et de M. l'architecte Dauchy. On verra comment ce travail se rattache étroitement au sujet de cet article.

On construisit d'abord un anneau de béton sur le bon sol, sous les murs de l'ancienne fondation. Puis on édifia sur cette base, et indépendamment de la première, un tronc de pyramide en béton armé à huit faces, dont quatre forment pied. Cette construction monte jusqu'au sol de la cathédrale et est surmontée d'une troisième construction consistant en un corset en béton armé, prisme octogonal relié d'une façon intime au pilier de la tour.

Dans le tronc de pyramide intermédiaire avaient été ménagées des chambres dans lesquelles on introduisit des vérins hydrauliques de 600 tonnes chacun, qui permirent, non pas comme on le lit parfois, de soulever le pilier, mais de maintenir l'ensemble en place pendant que l'on travaillait sous le pilier, qu'on construisait une série de poutres armées et qu'on installait de nouvelles fondations. On concevra la hardiesse de ce travail quand on songera qu'il fut un moment où la base du pilier de la tour était visible, suspendue au-dessus de la tête du personnel occupé à ces travaux. Aujourd'hui les fondations nouvelles sont terminées et on casse le corset de béton pour remettre à nu le pilier de la tour.

En raison même de sa hardiesse ce travail devait être surveillé d'une manière spéciale. Pendant toute son exécution, sur le conseil de M. Hecker et des collaborateurs du service séismologique, des pendules horizontaux permirent de suivre les moindres mouvements. Le pendule dont on a vu plus haut le principe peut être construit de bien des manières : tantôt c'est un levier suspendu par un fil à un premier point d'attache, tandis que le second point est formé par une pointe s'appuyant contre une chape. Zöllner suspend le levier, conformément au schéma ci-joint (fig. 194), par deux fils à la partie supérieure en A et inférieure en B. La ligne AB constitue l'axe d'oscillation.

Ce sont des pendules de ce genre, munis de miroirs, que l'on aperçoit dans la figure 196. Les fils

Digitized by Google

très fins qui les soutiennent sont fixés à des supports réglables en tous sens, si bien que l'angle *i* formé par l'axe d'oscillation AB avec la verticale peut varier dans de larges limites. Les oscillations sont amorties par une tige T trempant dans de l'huile (fig. 194). Deux pendules oscillant dans deux plans rectangulaires étaient installés sur une poutre armée de neuf mètres de longueur (fig, 195) reposant d'une part sur le pilier, d'autre part sur le mur extérieur de la tour. Trois poutres analogues étaient disposées à des hauteurs différentes et en des points différents. Les déviations étaient observées à grande distance par la méthode de Poggendorff, soit en regardant dans les miroirs M l'image d'une fente lumineuse directement sur une glace dépolie, soit en inscrivant les déviations photographiquement sur cylindre tournant. L'image réfléchie par un miroir fixe qu'on aperçoit dans la figure 196 servait de point de repère. Les observations étant faites d'une façon continue, le moindre fléchissement eût été observé.

Les difficultés du réglage ont seulement consisté à trouver le degré de sensibilité convenable, car il était évident que ces installations seraient particulièrement sensibles, non-seulement aux

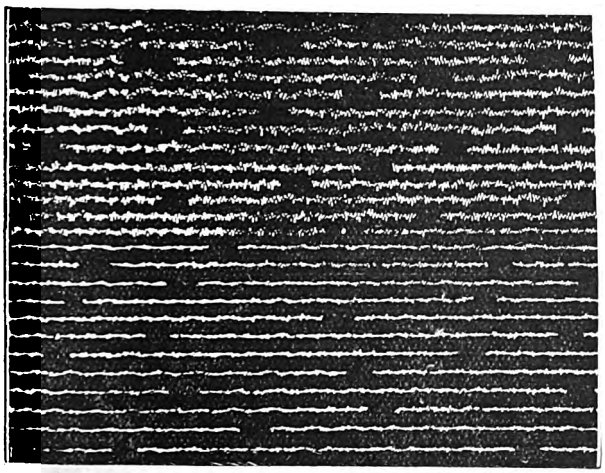


Fig. 198. — Vibrations artificielles du sol à Strasbourg (nuit du samedi au dimanche).

séismes, mais à l'agitation microséismique, au bruit des cloches, etc...

Je me suis arrêté un peu longuement à ces travaux de la cathédrale de Strasbourg parce que, prodige d'audace, ils offrent un exemple frappant de l'utilisation des instruments du géophysicien.

Aussi ai-je cru utile de racheter à l'œuvre Notre-Dame qui en était possesseur tout l'ensemble de ces dispositifs qui sont prêts à une nouvelle utilisation par le Bureau Central Séismologique Français.

Installés sur un barrage, les pendules horizontaux n'accuseraient pas un déplacement parallèle, mais toute inclinaison.

Si au lieu d'un pendule léger, on installait un pendule à masse importante, c'est-à-dire un véritable séismographe, les vibrations du barrage pourraient être inscrites et comparées, à vide ou en charge. On aurait ainsi par les pendules

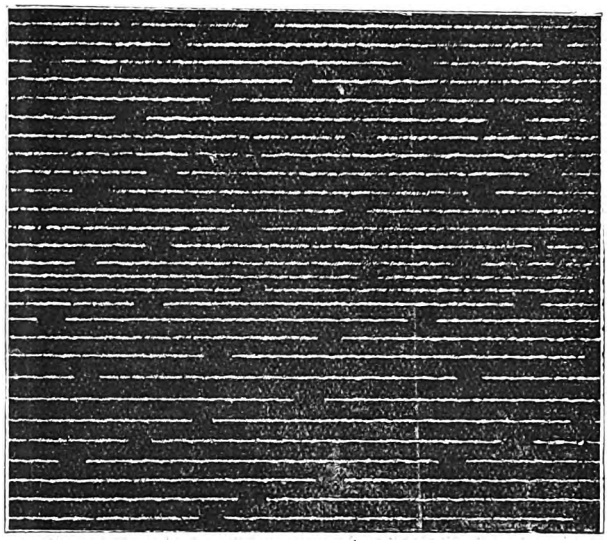


Fig. 199. — Repos du dimanche à Strasbourg.

légers amortis les petites inclinaisons, par le séismographe les mouvements rapides. Des appareils optiques avec oculaire micrométrique pourraient aussi servir à l'étude des mouvements lents.

Dans les grandes villes, le sol subit une agitation continuelle, conséquence du travail industriel : il y a donc une agitation microséismique particulière qui se superpose au mouvement à longue période (5 à 10 sec.) que l'on attribue en général à des causes purement physiques. Ce mouvement résulte ici de composantes de périodes très courtes : à la première inspection les courbes manifestent une période apparente de 1 à 2 secondes en moyenne, ce qui rend nécessaire l'emploi d'instruments à courte période pour atteindre une sensibilité suffisante.

L'Institut de Physique du Globe de Strasbourg a installé récemment un grand séismographe de 19 tonnes, destiné à étudier les petits mouvements accidentels dans les montagnes voisines, Vosges ou Alpes. La figure 197 en montre la disposition générale : la masse est une grande cuve cylindrique chargée d'essieux de canons et de voitures, de débris d'armes dont les interstices sont comblés par du sable blanc. Cette masse est suspendue par quatre tiges de fer suffisamment souples pour

Digitized by Google

tolérer les oscillations à la manière d'un pendule. Du centre de gravité de la masse partent, à travers des tubes appropriés, deux tiges de poussée destinées à accuser les mouvements dans deux directions rectangulaires. Ces mouvements sont amplifiés par un système de leviers identique à ceux du séismographe de Zürich. L'amortissement par l'air, par différence de pression entre deux compartiments, est obtenu comme dans les appareils Wiechert.

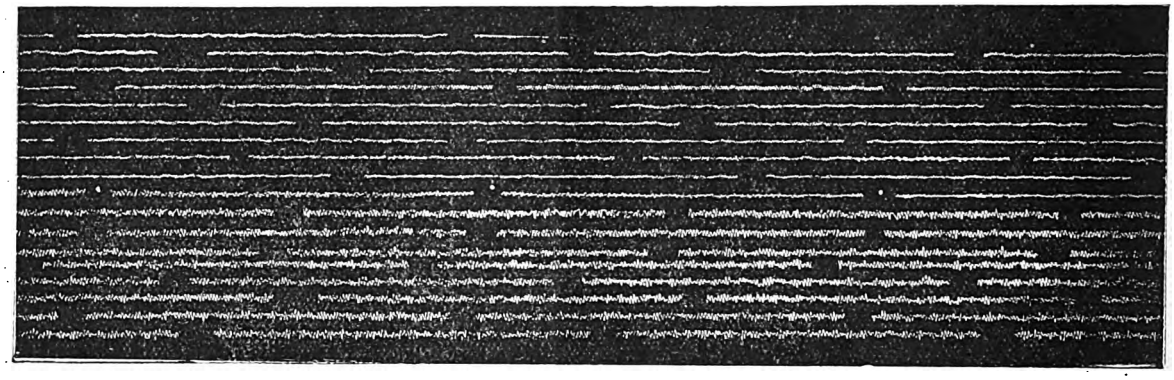


Fig. 200. — Reprise du travail le lundi matin à 6 heures.

L'agrandissement atteint 2.000 et malgré ce chiffre élevé, on peut conserver la méthode mécanique d'inscription grâce à la grandeur de la masse en jeu. Celle-ci est suspendue à des poutres encastrées dans les murs, munis de témoins de verre par mesure de précaution.

Les supports des leviers amplificateurs, des mouvements d'horlogerie et des inscripteurs sont fixés à des piliers et des poutres de béton armé.

Placé dans les jardins de l'Université, l'appareil est à l'abri du passage des tramways, des automobiles : les rues adjacentes ont été par mesure bienveillante de la municipalité barrées aux poids lourds. Mais on ne peut condamner à l'arrêt les machines industrielles ! Si c'est un inconvénient grave pour l'observation des séismes naturels, c'est du moins un avantage en ce sens que l'instrument nous permet de suivre en quelque sorte *la vie industrielle de Strasbourg.*

Les établissements les plus proches de notre station sont ceux du Port du Rhin, où se trouvent les grands Moulins (puissance approximative, 2.500 HP, avec une machine à vapeur de 2.200 HP) ; les Minoteries Alsaciennes (2.000 HP) ; les Forges de Strasbourg (3.800 HP) ; le Comptoir des combustibles d'Alsace et de Lorraine (600 HP) ; la Société Strasbourgeoise des Houilles et Agglomérés (940 HP) ; le Comptoir Alsacien du bois et rabotage (1.700 HP), etc. L'Usine électrique, plus éloignée, utilise aussi une puissance considérable : deux machines à vapeur à piston, triple expansion, accouplées avec alternateurs AEG, (2. 580 kw.), trois turbo-alternateurs AEG, Curtis dont deux de 1000 et 1.100 kw., 3000 tours minute et un de 2.800 kw, 1500 tours minute, trois turbo-alternateurs AEG, Curtis de 4000, 8000 et 8.500 kw., 1.500 t. min. ; un turbo-alternateur de la Compagnie Électro-mécanique de 11.000 kw, 3.000 t. min. avec condensateur à surface.

La puissance totale de l'Usine est voisine de 40.000 kw.

En outre une installation particulière est réservée à la traction. Je n'ai pas donné ici l'énumération des brasseries un peu plus éloignées et de bien d'autres établissements industriels.

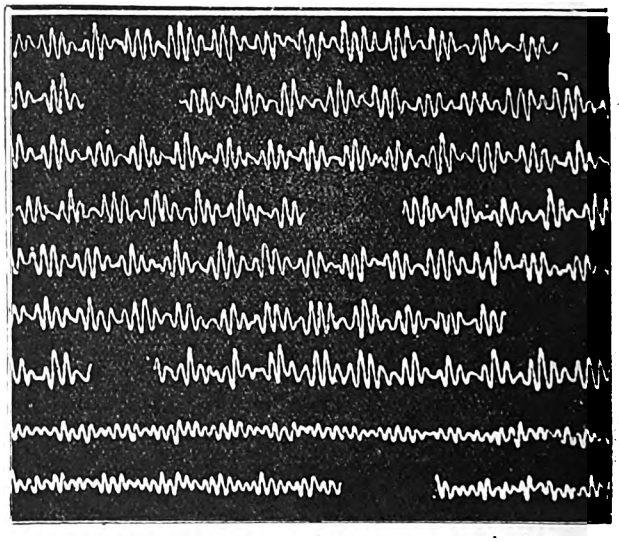


Fig. 201. — Agrandissement des battements fournis par les Moulins.

Ce sont évidemment les plus puissants qui prédominent dans les inscriptions, et, connaissant les heures de travail des différentes équipes, il m'a été possible de faire la discrimination.

Digitized by Google

Le repos hebdomadaire est très rigoureusement observé à Strasbourg, sauf dérogations exceptionnelles accordées par l'Inspection du travail. Aussi à partir du dimanche matin vers 6 heures, c'est seulement l'Usine électrique qui influence l'instrument : toute la ville est à la montagne, en hiver aux sports de neige, en été à l'excursion. C'est ce calme, ce repos du dimanche que l'on distingue dans les dernières lignes du cliché 198. On y voit aussi comment varient les vibrations artificielles du sol dans une nuit de samedi à dimanche : en haut c'est le travail total de la ville ; grands moulins, forges, secteur électrique, etc. ; les grands moulins cessent leur travail à 22 heures (au moins à l'époque où furent faites les observations). On aperçoit nettement le changement, les forges ont une équipe de nuit et les laminoirs

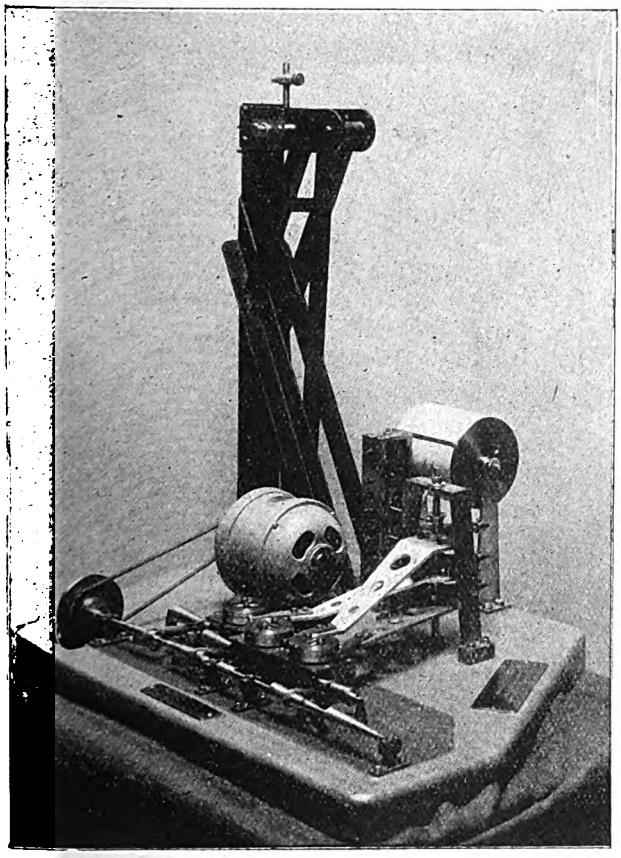


Fig. 202. — Appareil de synthèse des mouvements périodiques

inscrivent leurs chocs ; ceux-ci s'arrêtent à leur tour à 6 heures du matin ; les machines électriques continuent seules à tourner ; le cliché 129 montre le repos dominical à Strasbourg : au moment des changements de machine à l'Usine seulement, quelques perturbations ou des interférences peuvent apparaître.

Il est fort impressionnant d'assister ainsi de loin, par la propagation d'ondes élastiques, à la reprise du travail le lundi matin. Vers 3 heures du matin déjà, les chauffeurs arrivent à l'usine, mettent en marche la machinerie des chaudières, travail nettement accusé ; les essais de mise en marche s'aperçoivent, départs et arrêts successifs et enfin à 6 heures, à deux ou trois minutes près, la vie industrielle recommence ! (fig. 200).

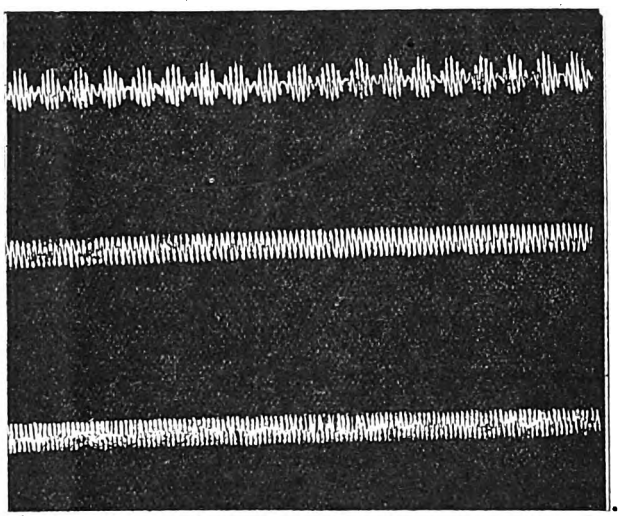


Fig. 203. — Obtention de battements par vibrations à courte période.

Les grands moulins, les minoteries, etc... dont les machines sont les plus puissantes, donnent fréquemment lieu à des battements très caractéristiques comme ceux qui sont représentés agrandis dans la figure 201. A périodicité très nette, ces battements proviennent de vibrations à courte période : ils sont si réguliers que je me suis proposé de les reproduire au laboratoire à l'aide d'un appareil de synthèse des mouvements vibratoires que je viens de faire établir en collaboration avec M. Remy, ingénieur, par le constructeur strasbourgeois M. Mœtz. (fig. 202).

Un moteur, soit synchrone, soit asynchrone fonctionnant à faible charge sur un courant triphasé entraîne un système de poulies dont chacune actionne séparément un excentrique producteur d'un des mouvements partiels. Pour que la période de ces mouvements soit variable d'une manière continue, l'entraînement se fait par des paires de poulies coniques, à axes parallèles et à bases opposées, le long desquelles on peut déplacer insensiblement la courroie d'entraînement. L'appareil actuellement en usage fonctionne avec trois systèmes de poulies parallèles, trois excentriques, donc trois mouvements composants.

Ces trois vibrations périodiques sont combinées

Digitized by Google

par un dispositif spécial et une aiguille inscrit sur un cylindre tournant, à côté des trois mouvements composants, la résultante de ces mouvements.

La figure 203 représente les battements résultant de deux mouvements vibratoires à courte période, on la rapprochera des figures 198 et 201.

Comme je l'indiquais ci-dessus, les laminoirs, au moment où le métal fait prise ou au contraire échappe, mettent en jeu des forces d'inertie considérables, les variations d'accélération y sont

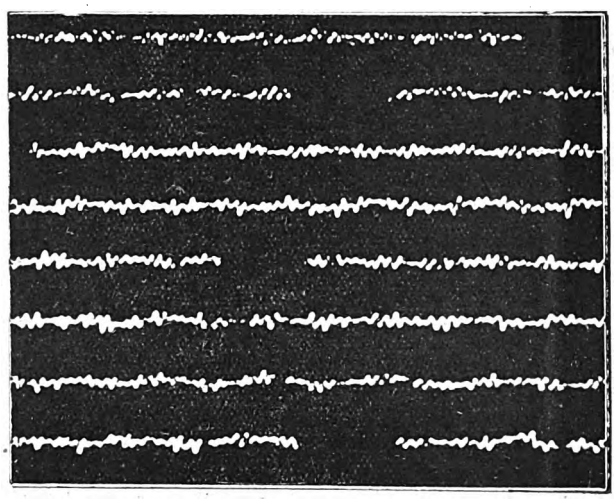


FIG. 204. — Agrandissement des vibrations fournies par les laminoirs

importantes. La figure 204 met en évidence ces chocs irréguliers dans une inscription agrandie.

Les lecteurs voudront bien considérer que les différentes machines intéressées se trouvent à une distance de 2 à 2 km. 5 de l'appareil inscripteur qui accuse ainsi une agitation du sol de l'ordre du micron grâce à son extraordinaire sensibilité.

Il est intéressant de rechercher par le calcul, comme l'a fait Mintrop (1), la loi de vibration du sol sous l'influence de gros moteurs à vapeur ou à explosion : il convient pour cela de calculer la force d'inertie du piston, celle de la tige de poussée, celle des excentriques, d'en déduire la résultante des forces horizontales et des forces verticales d'inertie. La courbe qui représente les variations de cette résultante est la somme de deux ou trois autres en $\cos\omega t$, $\cos 2\omega t$ $\cos(\omega t + \pi)$. L'inscription que l'on obtient avec un séismographe à grande vitesse de déroulement rappelle tout à fait cette courbe. On peut d'ailleurs adopter une méthode inverse, décomposer la courbe expérimentale par la méthode d'analyse harmonique, par exemple par le procédé de Runge et on trouve une expression de la forme

$$a \sin\omega t + b \sin 2\omega t \ldots$$

Ce sont des mouvements vibratoires dont il est facile d'obtenir la résultante avec l'appareil de synthèse décrit ci-dessus. Telles sont les courbes de la figure 205 qui correspondent sensiblement à l'équation :

$$y = 18 \sin\varphi + 11 \sin 2\varphi$$

Ainsi les méthodes physico-mathématiques et les méthodes expérimentales concourent à l'analyse détaillée des vibrations du sol d'une ville sous l'influence des machines industrielles.

***

Des études précédentes il ressort qu'au voisinage des grandes installations industrielles, les mouvements du sol peuvent prendre une amplitude très importante et « nuire » d'une façon réelle aux édifices voisins : de là les procès qui surgissent de temps à autre. Les vibrations peuvent d'ailleurs nuire aux machines elles-mêmes ; les piliers peuvent prendre des amplitudes de plus en plus grandes, surtout si leur période propre se trouve être voisine d'une des périodes de la machine ; la propagation dans le voisinage dépendra de la nature du terrain et en dehors de la « nuisance » dans le voisinage, les vibrations entraîneront parfois des déplacements de leurs propres piliers. Aussi s'est-il créé depuis quelques mois une véritable industrie de séismographes ou accéléromètres portatifs inscrivant sur celluloïd ou sur papier enfumé. Tous ces appareils sont toujours fondés sur le principe de l'inertie (1), comme

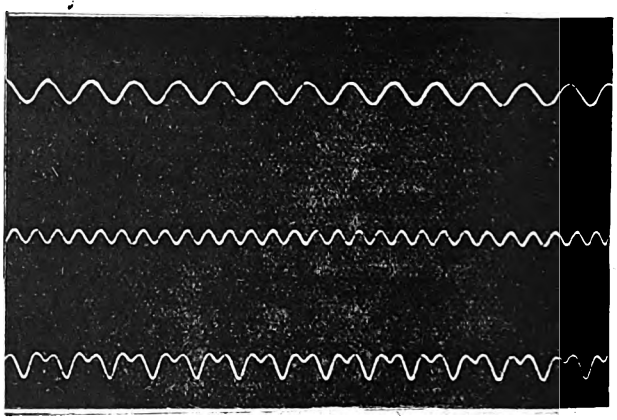


FIG. 205. — Interférences dues à une grande machine à vapeur. Reproduction avec l'appareil de synthèse.

(1) L. Mintrop. *Ueber die Ausbreitung der von den Massendrucken einer Grosgasmaschine erzeugten Bodenschwingungen.* Göttingen, 1911.

(1) Voir E. Rothé : *Le tremblement de terre*, chap. IV.

Digitized by Google

le vibrographe de la Société de Cambridge ou celui de Lehmanns et Michel. Depuis longtemps on construisait en Allemagne, sous l'impulsion de Wiechert, de petits séismographes dont j'aurai l'occasion de parler plus loin à propos des vibrations produites par la circulation des véhicules.

***

Un important travail a été réalisé sur ce sujet à la Direction des Inventions par MM. J. Auclair et A. Boyer-Guillon. Ces auteurs ont utilisé le séismographe transportable de MM. de Quervain (1).

Le séismographe utilisé était celui de Mintrop (1), fondé comme tous les autres types sur le principe de l'inertie, mais à très courte période. Il est constitué par une masse pesante, placée dans un berceau mobile, en équilibre instable autour d'un axe situé au-dessous de son centre de gravité. Elle est solidaire de leviers qui amplifient son mouvement et dont le dernier porte un miroir destiné à l'inscription photographique et réalisant en même temps un agrandissement considérable. L'appareil ayant une période propre très faible est très bien approprié à l'étude des courtes périodes ; des leviers optiques interchangeables permettent de faire

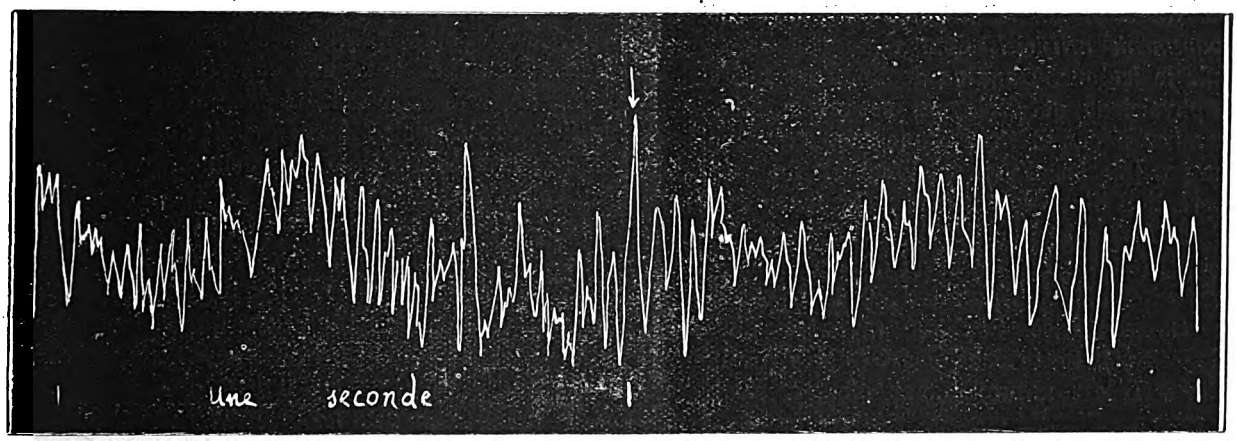


FIG. 206. — Vibrations produites verticalement par les tramways de Strasbourg devant l'Institut de physique du globe.

Piccard et leurs propres accéléromètres construits à Paris par M. Ed. Bouty et ils ont publié de nombreux résultats sur les vibrations produites par les différents genres de camions, en charge, à vide, à bandes pleines, à bandes pneumatiques (2). L'ordre de grandeur de l'accélération du sol est de 10 cm. environ. Les déplacements très faibles du sol sont de l'ordre du 1/100e de millimètre. Les auteurs ont admis qu'un véhicule devient nuisible quand l'accélération du sol dépasse 10 cm. sec ou quand le déplacement dépasse 0 mm. 01.

La nuisance en général est définie d'une façon arbitraire par le produit de l'accélération en cm. sec. par le déplacement en centièmes de millimètre.

Nous nous sommes proposé d'étudier à Strasbourg les vibrations produites par les tramways passant devant l'Institut.

varier l'agrandissement dans de larges limites. Les mouvements horizontaux qui se produisent perpendiculairement à l'axe d'oscillation agissent sur cet instrument: L'instrument destiné à l'étude des mouvements verticaux consiste en un levier, portant une masse, suspendu par un ressort ; comme dans le modèle horizontal on fait varier l'agrandissement par un système de leviers dont le dernier porte un miroir.

Les mouvements verticaux du sol observés au passage des tramways sont assez considérables pour que j'aie pu, au cours de mon enseignement, les montrer en projection à mon auditoire à l'aide d'un miroir tournant ajouté à l'instrument ordinaire. La figure 206 donne une reproduction d'une inscription faite à grande vitesse de déroulement. On a représenté sur la figure la longueur figurant une seconde. Les amplitudes sont d'une trentaine de microns dans le sous-sol de l'Institut pour des périodes voisines de 0s02. Il y a même des amplitudes plus grandes encore, et ainsi les accélérations atteignent un chiffre très élevé.

(1) A. de Quervain : *Der transportable Seismograph mit drei Komponenten* (System Quervain-Piccard), Jahresbericht 1922 des Erdbebendienstes der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.

(2) J. Auclair et A. Boyer-Guillon : Les vibrations des routes et immeubles au passage des véhicules lourds. *Recherches et Inventions*, année VI, n° 114.

(1) L. Mintrop, *loc. cit.*

***

Digitized by Google

Les amplitudes des mouvements horizontaux sont plus faibles et de l'ordre de celles qui ont été constatées par MM. Auclair et Bois-Guillon pour les camions automobiles.

La sensibilité de ce séismographe est telle que dès le rez-de-chaussée de l'Institut, il est impossible d'utiliser le plus élevé des grandissements.

Aux étages supérieurs, déjà pour les faibles grandissements la mesure devient difficile.

***

Les dommages aux édifices peuvent provenir soit de *secousses séismiques* véritables, soit des *mouvements artificiels* dont nous venons d'entretenir le lecteur. Dans ce domaine les industriels, géophysiciens et géologues se rencontrent pour chercher à caractériser d'une façon aussi précise que possible les divers mouvements du sol. De là la création d'une *échelle macroséismique* dite *échelle internationale* dont on trouvera la description dans le « guide pour l'observation des tremblements de terre » qui vient de paraître aux Comptes Rendus du Congrès des Sociétés savantes de 1925, Sciences (1). Cette échelle est fondée sur l'observation. Il est naturellement bien préférable de mesurer un élément caractéristique du mouvement, soit l'*accélération*.

Les Japonais sont entrés depuis longtemps dans la voie expérimentale en cherchant pour quelle valeur de l'accélération un objet tel qu'une colonne de hauteur déterminée peut être renversé par un mouvement brusque. Appelons G le centre de gravité à la hauteur h au-dessus du sol d'une colonne prismatique ; soit x la distance horizontale du centre de gravité à l'axe autour duquel la colonne peut basculer ; soit γ l'accélération du mouvement. L'inertie de la colonne revient à supposer l'existence de la force d'inertie $F = M\gamma$ agissant horizontalement au centre de gravité et tendant à renverser la colonne par un moment dont la valeur est $Fh = M\gamma h$. Ce moment s'oppose au moment du poids de la colonne $Mgx = M\gamma h$, d'où $\gamma = g\frac{x}{h}$. Si γ ne dépasse pas cette valeur, la colonne reste debout ; si γ la dépasse, elle est renversée. De cette formule, souvent désignée sous le nom de *formule de West*, on tire pour γ une valeur qui s'accorde assez bien avec les mesures de l'accélération maxima tirées du diagramme du mouvement tel qu'on l'obtient dans les tremblements de terre. On remarquera qu'une accélération γ peut aussi renverser la colonne, s'il se trouve que la période des impulsions concorde avec la période propre de la colonne quand le balancement est obtenu. C'est là une question de résonance qui intervient dans nombre d'applications pratiques. (Des expériences simples mettent ces faits en évidence dans un cours).

Si, au lieu d'être posée sur le sol, la colonne construite par exemple en briques était encastrée dans le sol, il pourrait y avoir, au lieu de chute, rupture à la base, et le calcul conduirait à une autre formule, un peu plus compliquée.

On conçoit immédiatement l'importance de telles études au point de vue de la construction. Les Japonais vivent dans une contrée où le tremblement de terre est considéré comme un phénomène national : l'Anglais Milne en subit un le soir même de son arrivée à Tokyo; et quelques jours après il écrivait à ses amis : « On a ici des tremblements de terre pour dîner, pour souper et pour s'endormir ! » Il n'est donc pas étonnant que des études d'ordre pratique aient pris au Japon un développement considérable sous l'impulsion d'une commission spéciale (Earthquakes Investigation Committee). Omori utilisait dans son laboratoire la table de B. Mano et Inokuchi, qui peut être animée de mouvements verticaux et horizontaux et sur laquelle on place des modèles de colonnes, de maisons, de constructions antiséismiques.

Les publications japonaises sur ce sujet sont extrêmement nombreuses. Tous les genres de constructions y ont été étudiés : la maison du paysan en lattis recouvert de terre, comme les cottages, les monuments publics ; on y passe en revue tous les modèles de charpentes, les types de briques ou de matériaux divers. Le tremblement de terre de Kwantô du 1er septembre 1923 semble avoir consacré le succès du ciment armé, contrairement à des constatations précédentes. De grands hôtels de Tokyo, le phare de Yokohama, les Docks ont résisté grâce sans doute à ce mode de construction, alors que tout s'effondrait à l'entour.

***

Tel est l'ensemble des questions que nous comprenons sous le titre général de *séismologie pratique*. Comme la *séismologie théorique*, elle gagnerait à être plus connue, plus répandue, plus enseignée. Nombre de questions industrielles s'éclaireraient peut-être d'un jour nouveau si les ingénieurs tenaient davantage compte des vibrations du sol, des supports, des piliers, et appliquaient à ces recherches les méthodes qui nous servent dans

(1) Les personnes qui désireraient collaborer à nos observations du bureau central pourraient se procurer cette brochure simplement en en faisant la demande 38, boulevard d'Anvers, Strasboug.

Digitized by Google

l'étude des séismes. Ici encore, comme à l'occasion de tant d'autres sujets, la conclusion qui s'impose c'est l'union de plus en plus intime entre Science et Industrie.

Edmond ROTHÉ,

Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg,
Directeur du Bureau central séismologique international.

LE PROBLÈME DE LA MISE EN SERVICE DU TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE DANS LE RÉSEAU DE PARIS.

(Suite)

Avantages du Téléphone automatique

En raison de toutes ces difficultés des études ont été faites par les exploitants des différentes grandes capitales pour l'adoption d'un outillage plus perfectionné, permettant un service qui soit plus économique, et dont la qualité dépende moins complètement de la précision des manœuvres d'un nombreux personnel.

Et pour cela, il était tout indiqué de songer à remplacer les bureaux téléphoniques manuels existants par des bureaux centraux automatiques.

Le téléphone automatique, qui a été mis au point en Amérique, a commencé à s'y développer sérieusement il y a près de vingt ans et il s'est ensuite largement répandu en Europe, principalement dans les réseaux de moyenne importance, ne comportant qu'un petit nombre de bureaux centraux. En France même, le téléphone automatique fonctionne dans les petits réseaux privés de nombreuses entreprises, et il est en service dans les réseaux publics de l'État à Angers, Dieppe, Marseille, Nice, Orléans, Vichy. Plusieurs systèmes différents sont parfaitement au point et sont couramment construits en Europe.

Les avantages du téléphone automatique pour la clientèle sont bien connus et je les rappelle en quelques mots seulement :

L'abonné obtient lui-même la communication qu'il désire, sans faire intervenir une tierce personne. Pour cela, il commande directement à distance les mouvements d'un mécanisme situé au bureau central automatique, en manœuvrant un cadran à numéros placé sur son appareil. Il en résulte que les causes d'erreurs provenant d'une mauvaise prononciation ou d'une mauvaise compréhension des numéros sont évitées. Cet avantage est surtout sensible dans un grand réseau comme celui de Paris où les chances d'erreurs de l'exploitation manuelle sont augmentées par la transmission de la demande entre téléphonistes d'un bureau à l'autre.

En outre, avec le téléphone automatique, le simple raccrochage de son appareil par l'abonné, lui permet de provoquer immédiatement la rupture de la communication, de telle sorte qu'il lui est ainsi possible de demander une série de communications successives sans aucune perte de temps entre elles. L'usager est ainsi réellement le maître de la communication, et, pourvu qu'il s'astreigne à faire correctement les manœuvres correspondant à l'envoi de chacun des chiffres du numéro qu'il désire obtenir, il est servi rapidement et avec peu d'incidents, car les fautes du mécanisme sont peu fréquentes.

De plus, les commutateurs automatiques peuvent assurer, à toute heure, le service maximum ; on est donc particulièrement bien servi aux heures creuses, où, au contraire, dans l'exploitation manuelle, il y a parfois mauvais service par suite de la réduction du nombre des opératrices.

Mais, outre les avantages qui précèdent et qui s'adressent surtout à la clientèle, le téléphone automatique présente un réel intérêt pour l'exploitant, surtout en raison des difficultés de la période actuelle.

Il permet, en effet, tout d'abord, de diminuer notablement les conséquences, au point de vue de la qualité du service, de la crise du personnel qui sévit actuellement dans toutes les branches et qui s'accentuera sans doute encore progressivement.

Cela ne veut pas dire que, dans un grand réseau automatique, aucune employée ne soit plus nécessaire. Le progrès ne permettra jamais de se passer de l'intervention de l'intelligence humaine, mais, grâce à lui, elle pourra être mieux utilisée. C'est ainsi que les bureaux centraux exploitant les circuits interurbains ou suburbains continueront à employer des téléphonistes, comme aussi tous les services spéciaux de renseignements, de rappel des abonnés absents, de surveillance des communications mal aiguillées, de réclamations, etc., et tous ces services sont précisément ceux qui réclament le plus d'intelligence et d'initiative.

Si le nombre des téléphonistes nécessaires dans un bureau automatique est réduit dans une proportion importante, les mécaniciens spécialistes, chargés d'assurer le fonctionnement et l'entretien des mécanismes, doivent naturellement être renforcés dans une très forte proportion, mais il s'agit là de spécialistes de choix, qui doivent subir une formation particulière en vue des fonctions qu'ils auront à remplir, et dont le nombre reste toujours faible. Comme, d'autre part, il est nécessaire de les bien payer, ils peuvent être facilement recrutés par voie de sélection.

Digitized by Google

Comparaison des prix de revient

Pour chaque ligne d'abonné, les frais annuels d'entretien et d'amortissement du matériel obligatoirement immobilisé, dans les câbles et au bureau central, pour le service de cette ligne, quel que soit le trafic à écouler, sont du même ordre de grandeur dans les réseaux manuels ou automatiques.

En ce qui concerne les frais d'exploitation qui dépendent du trafic, dans les réseaux téléphoniques manuels la plus grosse part de la dépense est constituée par les traitements payés au personnel ; c'est le travail manuel d'établissement de la communication qui coûte cher, alors que les frais d'amortissement et d'entretien des appareils et du matériel immobilisés par la communication sont très faibles. Au contraire, dans le cas d'un réseau automatique, les mécanismes utilisés pour l'établissement de chaque communication sont très coûteux, et c'est la dépense correspondant à leur amortissement qui est prépondérante alors que les frais de personnel sont très réduits.

Tous calculs faits, pour les grands bureaux centraux, on peut compter que les dépenses de premier établissement sont à peu près deux fois plus importantes pour l'outillage d'un bureau automatique que pour celui d'un bureau manuel, mais, par contre, le prix de revient d'une communication automatique est inférieur d'au moins 50 % à celui d'une communication manuelle.

Dans son état actuel de développement, si le réseau téléphonique de Paris était entièrement pourvu de l'équipement automatique, l'économie annuelle d'exploitation serait de l'ordre de 30 millions de francs par an, ce qui représenterait annuellement environ 20 % de la valeur du capital supplémentaire engagé dans les frais de premier établissement, du fait du prix plus élevé du matériel automatique.

Ces chiffres démontrent l'intérêt incontestable que présente à l'heure actuelle pour l'exploitant le téléphone automatique par rapport au système manuel.

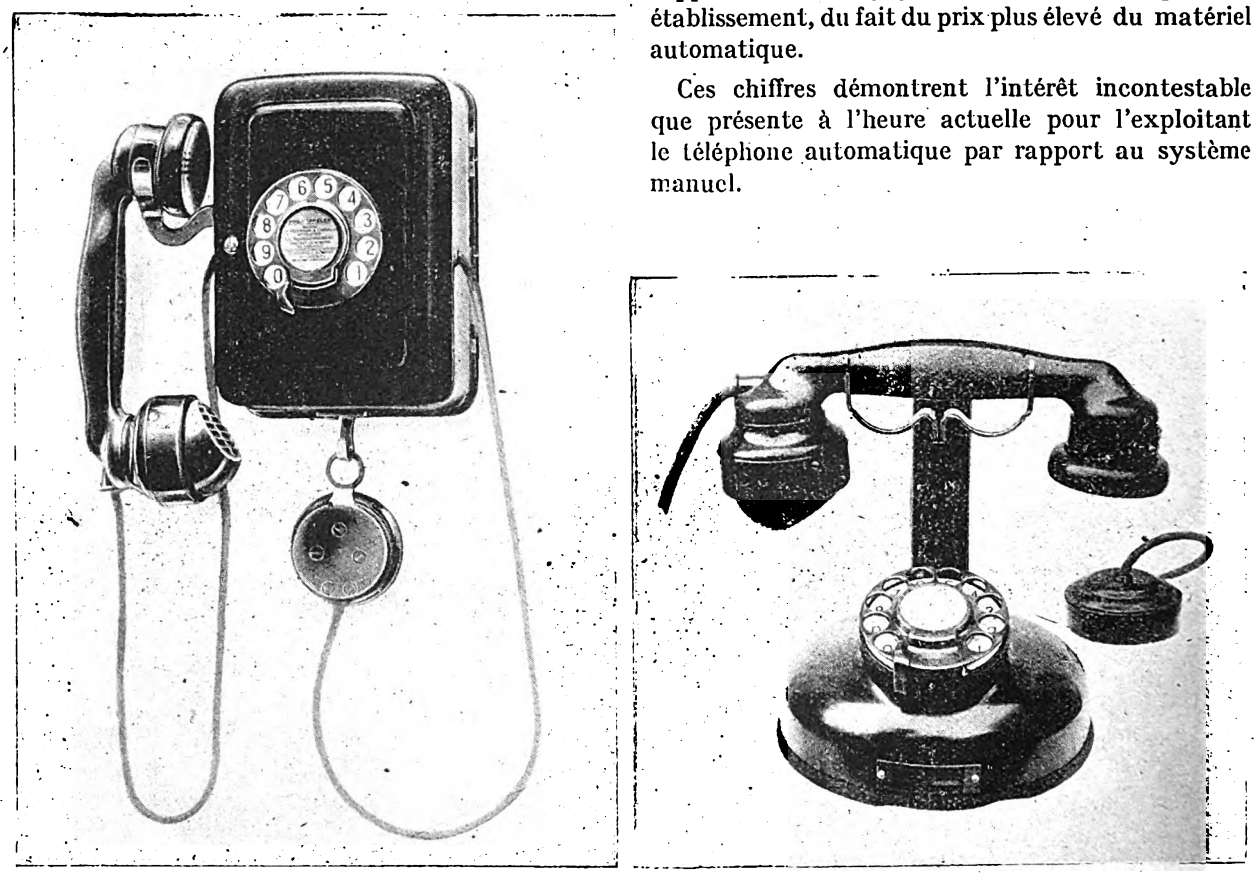


Fig. 207. — Appareils d'abonné pourvus du cadran d'appel automatique.

Le Téléphone automatique a été adopté pour la plupart des capitales étrangères et la décision a été prise pour Paris.

C'est pour ces raisons que, dans les différents pays, l'adoption du téléphone automatique a été décidée pendant ces dernières années pour la plupart des capitales et un certain nombre de grandes villes et, dans quelques-unes d'entre elles, les travaux de transformation du réseau sont

Digitized by Google

actuellement en cours. On peut s'étonner que, les avantages du téléphone automatique étant connus depuis longtemps, la décision pour la plupart des grandes capitales ait été aussi tardive. Mais il faut considérer que c'est seulement depuis peu d'années, principalement à la suite des études faites pour la transformation du réseau de New-York, qu'ont été résolus, d'une façon satisfaisante et complète, les problèmes techniques spéciaux qui se posent pour les grands réseaux manuels à nombreux bureaux centraux.

Je puis vous citer, en particulier, l'exemple des grandes villes suivantes pour lesquelles la substitution du téléphone automatique a été décidée :

A *New-York* dont le réseau comprend actuellement environ 1.200.000 postes, 25 bureaux automatiques sont déjà en service et sont équipés pour desservir plus de 165.000 lignes ; à *Londres*, où on compte avec la banlieue immédiate environ 250.000 lignes et près de 400.000 postes, la décision a été prise en 1922 d'introduire le téléphone automatique, la première commande a été passée en juillet 1923, plusieurs bureaux sont en construction et le premier bureau sera vraisemblablement mis en service dans le courant de 1927 ; pour *Berlin*, réseau qui, avec la banlieue, comprend près de 400.000 postes, les travaux vont commencer ; à *Stockholm* (environ 110.000 postes) deux bureaux automatiques sont actuellement en service ; à *Bruxelles* (environ 40.000 postes) trois bureaux ;

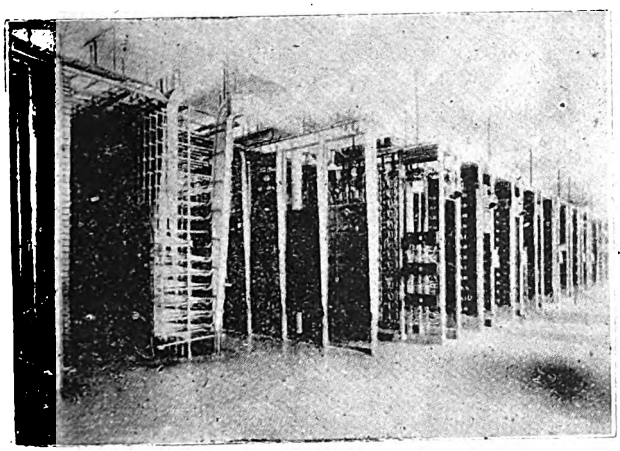


Fig. 208. — Salle d'un bureau téléphonique automatique (La Haye).

à *Buenos-Ayres* (environ 90.000 postes) cinq bureaux ; la transformation du réseau de Copenhague (environ 115.000 postes) est déjà commencée. La liste complète serait très longue et elle comprendrait en particulier un grand nombre de villes importantes des États-Unis, du Canada et d'Australie.

Pour Paris enfin, dont le réseau compte, comme nous l'avons vu, environ 250.000 postes, l'adoption du téléphone automatique a été décidée conformément à un programme qui a été soumis au Parlement et approuvé par lui le 5 août 1924, et qui porte sur une première tranche de travaux comprenant les installations nécessaires pour 130.000 lignes

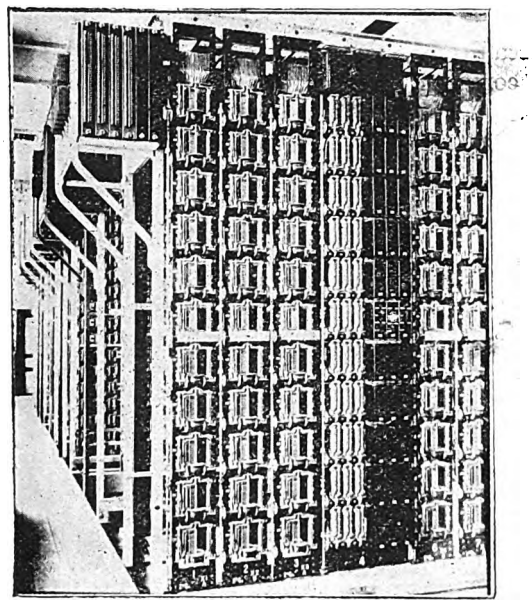


Fig. 209. — Bâtis d'appareils sélecteurs automatique (Bruxelles).

automatiques dans onze bureaux différents. Les projets d'exécution ont été étudiés en détail et une première commande de 40.000 lignes pourra être passée très prochainement.

Rappel du principe de l'Etablissement automatique d'une communication

Dès qu'un abonné décroche son appareil, un chercheur automatique placé au bureau central, relie immédiatement sa ligne à un mécanisme disponible qui sera utilisé pour l'établissement de la communication.

Sur son appareil, l'abonné dispose d'un cadran à numéros avec disque mobile percé de dix trous portant les chiffres 1, 2, 3..., 9, 0. En manœuvrant ce disque mobile, il envoie sur sa ligne, jusqu'au bureau central, des séries d'impulsions électriques de commande, dénommées « trains d'impulsions », correspondant successivement à chacun des chiffres constituant le numéro désiré.

Pour chaque chiffre, le train d'impulsions de commande envoyé par le disque est constitué par une série d'interruptions rapides du circuit de la ligne de l'abonné, en nombre égal à celui du chiffre composé et se succédant à la vitesse d'environ dix par seconde. Par exemple, si la capacité du réseau

Digitized by Google

automatique est de 10.000 abonnés numérotés de 00.00 à 99.99 et si le numéro demandé est 45.36, les manœuvres du disque enverront successivement sur la ligne quatre signaux successifs constitués respectivement par 4, 5, 3 et 6 interruptions rapides du courant continu parcourant la ligne de l'abonné. Chacune de ces séries d'interruptions de courant commande le mouvement d'un appareil mécanique, placé au bureau central, qui aiguille la communication vers la série numérique correspondant à l'un des chiffres envoyés par l'une des manœuvres du disque.

Prévision du nombre des mécanismes d'un Bureau automatique

Étant donnés la complication et les prix très élevés des divers appareils d'un bureau central

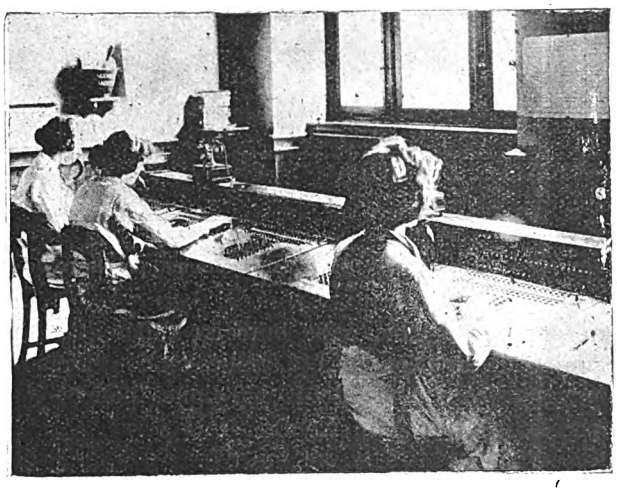


Fig. 210. — Tables spéciales de transit à clavier (sens manuel vers automatique).

automatique, on y installe un équipement qui comprend seulement le nombre de mécanismes strictement nécessaires pour faire face au trafic à écouler. Là encore, comme nous l'avons vu pour les bureaux manuels, les statistiques servent de bases essentielles pour établir le projet d'un bureau et les prévisions devront naturellement être basées sur le moment de la journée qui correspond au trafic le plus intense.

Mais ici le problème est plus délicat que dans le cas d'un bureau manuel, car si dans le cas d'un bureau manuel, il est possible qu'une légère attente soit imposée à un abonné dans le cas où une téléphoniste est déjà occupée par d'autres appels ou manque momentanément de lignes, dans le cas du service automatique au contraire, pour que la qualité du service soit bonne, il est nécessaire que les manœuvres successives du disque exécutées rapidement par l'abonné puissent produire chacune immédiatement leur effet, sans que les risques d'échec dépassent un très faible pourcentage, par exemple de 1 % ou même 1/2 %.

Il se pose là un intéressant problème de calcul des probabilités, qui est du reste délicat à traiter, et auquel d'éminents mathématiciens ont bien voulu s'intéresser.

Le résultat dépend naturellement à la fois du nombre de communications à écouler dans l'heure la plus chargée de la journée et aussi de la durée moyenne des conversations.

Le calcul des probabilités permet de traiter ce problème avec une grande sûreté, car les appels à servir sont en très grand nombre et se présentent comme des événements indépendants, c'est-à-dire obéissant aux lois du hasard.

Vous pouvez remarquer que tous les grands services publics ont à traiter un problème de probabilité du même genre; la Compagnie du Métropolitain ou la Société des Transports en commun par exemple doivent prévoir le nombre de trains ou de voitures à mettre à la disposition du public chaque jour et à chaque heure de la journée sur chacune des lignes; mais il est certain que dans le cas du téléphone, où chaque client doit être servi individuellement au moment même où il se présente, les exigences sont singulièrement plus sévères que dans le cas des transports en commun, où il est possible de canaliser les clients par des barrières, en leur imposant une attente qui peut être longue, et où il est possible parfois d'obtenir une certaine élasticité du fait de la compressibilité des foules...

Particularités du Problème technique de l'introduction du Téléphone automatique dans un réseau manuel de grande ville comportant un nombre important de bureaux centraux.

Le réseau téléphonique d'une grande capitale comporte un grand nombre de multiples téléphoniques différents, souvent plusieurs dizaines; c'est ainsi que le réseau de Paris en compte actuellement dix-neuf et celui de Londres plus de soixante-dix.

Il est dans ce cas matériellement impossible de songer à remplacer simultanément la totalité des bureaux manuels par des bureaux automatiques. En effet, outre que la capacité de production des usines existantes ne pourrait y suffire et que l'importance d'une pareille opération faite en une seule fois sur plusieurs centaines de milliers de lignes présenterait des difficultés et des risques insurmontables, il faut considérer que les bureaux manuels les plus récents, et dont le matériel est encore en très bon état, représentent toujours un capital considérable et

Digitized by Google

qu'il est d'une sage économie, puisque leur outillage est satisfaisant, de les maintenir en service encore pendant un certain nombre d'années.

La transformation d'un grand réseau manuel se fera donc progressivement et méthodiquement, en commençant par les bureaux les plus anciens qu'il est le plus urgent de réformer, et elle durera un certain nombre d'années, souvent plus de dix années.

Il est donc inévitable que, pendant un temps assez long, il y ait coexistence d'un certain nombre de bureaux manuels avec les nouveaux bureaux automatiques.

La première question qui se pose est alors celle du *mode de numérotage des abonnés*.

Dans le réseau de Paris, comme dans presque toutes les grandes capitales, les abonnés sont groupés par séries de 10.000 numérotées de 00.00 à 99.99 et désignées chacune par un nom propre constituant l'indicatif du bureau : Gutenberg, Ségur, Wagram, etc. Comme le réseau comporte plus de 100.000 abonnés, avec le système automatique, six manœuvres du disque seront nécessaires pour demander une communication.

On pourrait alors désigner, sur l'annuaire des téléphones, chaque abonné automatique par six chiffres, mais cette manière de faire présenterait l'inconvénient d'exiger des abonnés un effort de mémoire trop important pour retenir les numéros de leurs correspondants habituels et de favoriser de nombreuses fausses manœuvres.

Pour éviter les difficultés d'exploitation qui en résulteraient, il a été décidé pour Paris, comme du reste aussi pour New-York et pour Londres, d'adopter un disque comportant à la fois des chiffres et des lettres avec la correspondance suivante :

Chiffres.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Lettres.....	—	ABC	DEF	GHI	JKL	MN	PRS	TUV	WXY	O

Avec cette disposition, les noms des bureaux centraux et par conséquent les numéros des abonnés ne seront pas changés, et les deux premières des six manœuvres du disque nécessaires pour l'établissement d'une communication consisteront dans l'envoi des impulsions correspondant aux deux lettres initiales du nom du bureau qui, du reste, figureront en majuscules sur l'annuaire. Par exemple :

GUtenberg 37.42 sera obtenu en faisant avec le disque les six manœuvres correspondant à G-U-3-7-4-2 ce qui enverra sur la ligne des trains successifs composés de 4-8-3-7-4-2 impulsions.

Enregistrement des impulsions et traduction de l'indicatif du bureau destinataire

Mais, cette première difficulté résolue, une autre se présente.

Pour économiser le nombre des sélecteurs et tirer le meilleur rendement possible des lignes de jonction entre bureaux, il est désirable, d'une part que les communications entre bureaux dont les

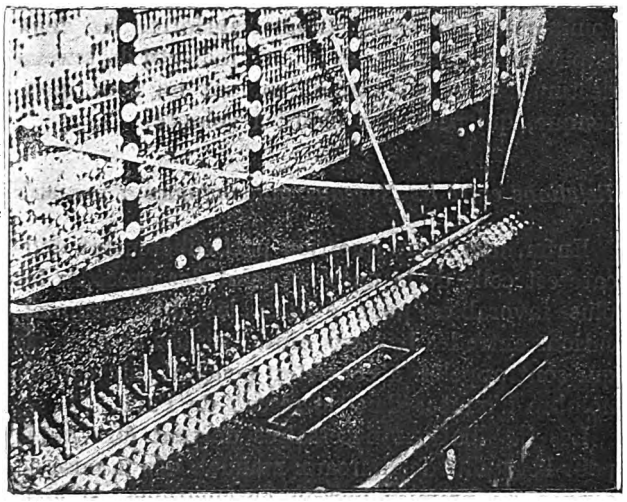


Fig. 211. — Groupe d'arrivée manuel pourvu d'un l'indicateur lumineux d'appels (sens automatique vers manuel).

relations donnent un très fort trafic soient établies par des lignes directes, en passant seulement par l'intermédiaire d'un seul sélecteur pour le choix du bureau ; mais d'autre part, au contraire, pour les relations à destination des bureaux à faible trafic, il est avantageux, en vue d'améliorer le rendement des lignes, de grouper sur un même faisceau de lignes de jonctions la totalité du trafic destiné à plusieurs bureaux situés dans la même région, pour distribuer ensuite ce trafic entre les bureaux destinataires par l'intermédiaire de sélecteurs qui seront placés dans un bureau de transit.

Pour que la chose soit possible, il est nécessaire que les trains d'impulsions, destinés à commander l'aiguillage d'une communication vers le bureau destinataire, puissent être choisis à volonté, au point de vue de leur nature et même de leur nombre, suivant la situation géographique de ce bureau destinataire par rapport au bureau d'où émane la communication, et suivant l'importance du trafic qu'il reçoit de ce bureau.

Comme les deux premières manœuvres du disque faites par l'abonné demandeur sont uniquement déterminées par les lettres initiales du bureau auquel est relié son correspondant, les facilités précédemment indiquées ne sont possibles qu'à

Digitized by Google

l'aide d'un très ingénieux artifice qui a été mis au point spécialement pour le cas des grands réseaux à multiples bureaux.

Pour cela, les trains d'impulsions envoyés par les manœuvres du disque de l'abonné appelant sont emmagasinés au bureau central automatique par un dispositif enregistreur spécial, qui commande ensuite lui-même directement les mécanismes empruntés pour aiguiller la communication vers le bureau destinataire. Mais, pour effectuer cette commande, cet enregistreur transforme les deux impulsions qu'il a reçues comme indicatif du bureau destinataire et les traduit suivant un code quelconque, qui peut être choisi à volonté.

Relations entre les Bureaux automatiques et manuels

Enfin, une autre question particulièrement délicate est celle de la mise au point des procédés les plus favorables pour assurer les intercommunications entre les bureaux automatiques et manuels qui sont appelés à coexister pendant un certain nombre d'années dans le réseau de Paris.

Les installations nécessaires doivent être faites pour la totalité des bureaux manuels dès la mise en service du premier bureau automatique. Si elles donnent un résultat simple au point de vue des méthodes d'exploitation employées, elles nécessitent néanmoins des dispositifs électriques compliqués, coûteux et délicats à mettre au point, dont l'étude et la mise en œuvre nécessitent des techniciens spécialistes d'une grande compétence et possédant une expérience consommée. (L'établissement d'une communication met couramment en jeu plus de 80 relais ou électros.)

Le problème des locaux

Il est toujours impossible de transformer sur place un bureau central manuel pour lui substituer l'équipement automatique. Dans chaque cas, il faut disposer de locaux nouveaux, permettant de construire une installation complètement nouvelle, sur laquelle on transporte les abonnés reliés à l'ancien bureau manuel. Quand il aura été désaffecté et démonté, il sera remplacé, dans le local qu'il occupait, par un bureau automatique neuf.

A Paris, cinq grands immeubles nouveaux sont actuellement presque entièrement achevés, et chacun d'eux pourra recevoir au moins 20.000 abonnés. Ils doivent servir à désaffecter en premier lieu les bureaux de Wagram, Nord, Gobelins, Archives et Roquette, dont l'outillage est le plus ancien. Neuf autres bâtiments, pour lesquels le terrain est acheté, sont en instance de construction, ou même déjà commencés. Des surélévations seront à faire pour ajouter un étage à un certain nombre de bâtiments existants.

Les quatorze immeubles actuellement en service représentent une valeur, amortissements déduits, de 31.200.000 francs, et les terrains acquis et les immeubles en construction peuvent être évalués à 40.000.000 francs.

Délais nécessaires pour la transformation du réseau

Comme nous l'avons dit, la substitution complète du téléphone automatique au téléphone manuel dans la totalité du réseau de Paris sera un travail de très longue haleine, car de nombreux travaux devront être menés de front, pour construire les bâtiments, aménager les lignes souterraines, construire les mécanismes automatiques et les régler, installer dans tous les bureaux manuels les dispositifs spéciaux permettant les intercommunications, transformer les appareils et les tableaux placés chez les abonnés. Il faudra tenir compte aussi des capacités de production des constructeurs. Nous espérons, quand nous serons entrés dans la période de réalisation active, pouvoir arriver à mettre en service de 30.000 à 40.000 lignes automatiques chaque année, mais cette allure ne pourra pas être atteinte avant plusieurs années.

A Londres, on compte que la transformation totale du réseau, comprenant la banlieue immédiatement voisine, durera de vingt à vingt-cinq années. A Berlin, on prévoit de quinze à vingt années. Pour Paris, il n'est pas exagéré de prévoir de douze à quinze années, mais il faut bien remarquer que, bien avant ce délai, je veux dire après cinq à six ans, la clientèle parisienne pourra déjà apprécier largement les avantages du nouveau système, car, à ce moment, les très vieux bureaux dont l'outillage est le plus défectueux auront été remplacés.

Le Problème financier

Quelle dépense représente l'opération et comment pourra-t-elle se financer?

Si la transformation totale dure quinze années, il faut compter installer pendant cette période de temps environ 500.000 lignes automatiques, pour pouvoir remplacer les bureaux manuels existants en même temps que pour faire face à l'extension du réseau qui, dans quinze ans, aura à desservir près de 400.000 lignes d'abonnés.

Les frais de premier établissement, à répartir sur ces quinze années, seulement pour la partie relative aux équipements électriques automatiques des bureaux centraux et des installations d'abonnés, peuvent être chiffrés aux prix actuels, aux environs de 800.000.000 francs.

Digitized by Google

En outre, à partir de ce moment, pour faire face à l'augmentation constante du nombre des abonnés, qui sera peut-être de près de 30.000 par an, il sera nécessaire de commander annuellement probablement pour environ 60.000.000 francs de matériel, et cette dépense ira sans doute en augmentant progressivement à mesure que l'aménagement des tarifs attirera de nouvelles catégories de clientèle.

On voit que le financement d'une grande entreprise téléphonique est un problème d'une énorme importance. Comme nous l'avons vu, le développement de la clientèle croît suivant une loi exponentielle, c'est-à-dire à l'allure d'une capitalisation à intérêts composés. Comme la dépense en outillage doit suivre exactement le développement de la clientèle, il en résulte que le capital investi dans un réseau téléphonique doit être augmenté constamment, l'immobilisation nouvelle à faire chaque année étant toujours plus importante que celle de l'année précédente.

La première tranche de travaux déjà approuvée par le Parlement représente une dépense totale de 210.000.000 francs pour 130.000 lignes automatiques.

Pour ce qui est des moyens financiers, vous savez que l'Administration des P. T. T., ayant depuis peu un budget annexe, a la possibilité d'émettre des obligations pour faire face à ses dépenses de premier établissement.

D'autre part, certains ont proposé une formule de contrat de fourniture de matériel qui permettrait à l'État de payer les installations reçues par annuités prélevées sur les recettes résultant du développement du trafic.

Différentes formules sont donc possibles et nous ne pouvons préjuger aujourd'hui de celles que les circonstances pourront faire adopter dans l'avenir.

Le Problème industriel

La transformation du réseau de Paris pose enfin un problème industriel de première importance.

Comme les différents bureaux doivent intercommuniquer directement entre eux, il est nécessaire, pour éviter de grosses complications, qu'ils soient tous du même système, et, pour les facilités d'entretien, il est particulièrement désirable que le matériel soit d'un modèle uniforme pour tout le réseau.

Mais étant donnée l'énorme importance et la très longue durée du travail, il est impossible de songer que toutes les commandes puissent être passées à un seul constructeur, détenteur du système choisi.

Il est indispensable de trouver une formule permettant de mettre en jeu la concurrence au point de vue des prix et donnant la faculté à tous les constructeurs français qualifiés de prendre part aux fournitures dans la mesure de leurs capacités respectives de production. On compte en effet actuellement six usines spécialisées dans la fabrication de l'équipement des bureaux centraux téléphoniques ; elles sont toutes à Paris ou dans la banlieue immédiate et occupent au total actuellement 4.000 à 5.000 personnes seulement, mais elles sont toutes susceptibles d'augmenter sensiblement leurs moyens d'action.

Pour atteindre ce résultat, le constructeur du système adopté pour Paris, devra, en échange d'une première commande de 40.000 lignes qui lui sera attribuée, faire l'abandon de ses brevets pour la continuation des travaux à faire pour Paris et pour sa banlieue, et il aura l'obligation de fournir à ses concurrents éventuels, par l'intermédiaire de l'Administration des P. T. T., tous les dessins, références et renseignements nécessaires pour la fabrication.

D'autre part, il sera indispensable que tous les industriels intéressés bénéficient à tout moment des études déjà faites et de l'expérience déjà acquise et, pour cela, il sera nécessaire que soit constituée une organisation technique centrale qui aura pour rôle d'assurer la liaison entre tous les constructeurs pour réaliser, dans les meilleures conditions, la collaboration de tous à la grande œuvre commune.

Conclusion. — J'espère avoir montré, par l'exposé qui précède, l'intérêt que présente l'introduction du téléphone automatique à Paris, au point de vue de l'amélioration du service et de l'augmentation des bénéfices d'exploitation, et je crois avoir fait comprendre l'importance exceptionnelle de la question qui se pose aux divers points vue technique, financier et industriel.

Les ingénieurs et les techniciens de l'État et de l'industrie du téléphone ont actuellement devant eux une tâche considérable et difficile, mais aussi passionnante d'intérêt. Ils la poursuivront avec d'autant plus d'enthousiasme qu'ils sentiront mieux que leurs efforts sont appréciés par la clientèle pour laquelle ils travaillent et qu'ils ont l'ambition de satisfaire.

L. DROUËT,
Ingénieur en chef des Postes,
Télégraphes et Téléphones,
Directeur des Services Téléphoniques
de Paris.

Digitized by Google

LES GRANDES CRUES DE LA SEINE A PARIS

Le 9 janvier 1926, la Seine — dépassant de peu les prévisions officielles — est montée à un peu plus de 6 mètres à l'échelle du Pont d'Austerlitz, mais cette crue fut beaucoup moins désastreuse que celle de l'an dernier (7 m. 35 à la même échelle) et surtout que la crue exceptionnelle de 1910 où l'on enregistra 8 m. 62.

Les cotes, au pont d'Austerlitz, que l'on trouve maintenant sur les communiqués officiels, ne peuvent d'ailleurs nous offrir des moyens de comparaison suffisants : si l'on veut étudier les crues anciennes, il faut se reporter aux cotes du pont de la Tournelle qui servaient autrefois à noter les hautes-eaux.

Pour ne parler que des crues exceptionnelles, nous constaterons, qu'entre 1649 — année à partir de laquelle on peut se fier aux mesures hydrométriques — et 1926, 24 crues ont dépassé la cote 6 mètres à l'échelle du pont de la Tournelle : 5 ont atteint leur maximum en janvier, 7 en février, 6 en mars, 1 en avril, 2 en juin et 3 en décembre.

La cote la plus élevée à l'échelle de la Tournelle a été 8 m. 81 en 1658, niveau presque retrouvé en 1910 avec 8 m. 42.

On avait cru que la disparition de divers obstacles dans le lit du fleuve, la reconstruction de certains ponts, l'approfondissement du chenal avaient diminué les risques de crue et, vers la fin du siècle dernier, les ingénieurs prenaient pour repères des ouvrages — en général des quais — qu'ils voulaient mettre à l'abri des eaux, les cotes de la crue de 1876.

En réalité, l'amélioration réelle de l'écoulement n'intéressait que le lit mineur, à l'aide duquel s'évacuent, en effet, assez facilement, les crues ordinaires. Au contraire, le lit majeur, s'est peu à peu réduit par les chaussées bordées d'habitations que l'on osa y construire (fig. 212). C'est ainsi que des municipalités n'hésitèrent pas à élargir, aux dépens du fleuve, des chemins de halage pour en faire de larges avenues ; que les arches de décharge d'anciens ponts furent peu à peu comblées ; que des établissements industriels s'établirent sur des terre-pleins, efficaces contre les crues de faible importance mais qui réduisaient — de beaucoup — la section offerte aux eaux des crues exceptionnelles.

C'est dans la traversée de Paris surtout que s'accumulent les embarras et, si l'écluse et le barrage de la Monnaie, viennent d'être enlevés, le lit mineur est encore encombré par les piles de nombreux ponts. En outre, le lit majeur, limité par des murs de quai verticaux, ne laisse pas aux eaux de crue, la faculté de s'étendre ; au contraire, au fur et à mesure de l'élévation du niveau, les tympans des ponts réduisent de plus en plus les sections

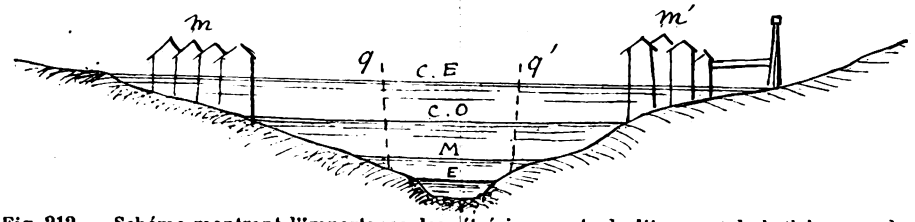


Fig. 212. — Schéma montrant l'importance des rétrécissements du lit moyen de la Seine par des groupes d'habitations *m* et *m'* édifiées entre le niveau C O des crues ordinaires et le niveau C. E. des crues exceptionnelles, rétrécissements accentués dans Paris par l'existence de deux lignes de quais *q q'*.
E, étiage; M, niveau moyen; C. O. crues ordinaires; C. E, crues exceptionnelles.

Voici d'ailleurs, depuis le début du XIXe siècle, les cotes des crues extraordinaires au même pont :

8 décembre	1801	6 m. 24
3 janvier	1802	7 m. 45
2 mars	1807	6 m. 70
13 mars	1817	6 m. 33
16 décembre	1836	6 m. 40
8 février	1850	6 m. 07
17 mars	1876	6 m. 50
29 janvier	1910	8 m. 42
5 janvier	1920	6 m. 49
6 janvier	1924	7 m. 19

d'écoulement. Autour des îles de la Cité et de Saint-Louis, entre les ponts Sully et Royal, par exemple, le lit se trouve beaucoup rétréci. Le gonflement qui en résulte est d'autant plus accentué que la crue est plus importante et les profils en long des crues de 1876, 1910 et 1924 reproduits sur la fig. 213 montrent la retenue d'eau constituée par l'ensemble de ces embarras hydrauliques de Paris ; la fig. 214 montre, plus clairement peut-être, cet effet de retenue : les eaux montent beaucoup plus haut au pont d'Austerlitz (en amont des îles) qu'en aval de Paris ; gênées dans leur cours, les ondes s'accu-

Digitized by Google

mulent en amont, dans la Seine et dans la Marne, formant un vaste réservoir dont la capacité d'emmagasinage atteignit 180 millions de mètres cubes en 1910.

***

Dans ces circonstances, il faut donc être extrêmement prudent et ne pas s'exposer pour débarrasser l'amont, de ruiner l'aval. Faut-il rappeler, par exemple, que l'amélioration de l'écoulement de la Theiss, poursuivi par les ingénieurs hongrois, eut pour premier résultat, d'inonder presque complètement la ville de Szegedin, à peu près indemne avant ces travaux... d'amélioration ! N'y aurait-il donc rien à tenter, en dehors de travaux de défense locale : surélévation de certains quais, digues, dispositif de barrages des égouts, occlusion de

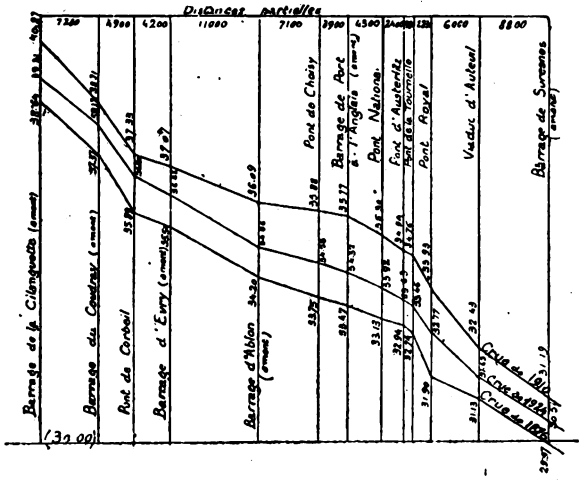


Fig. 213. — Profil en long des crues de 1876, 1910 et 1924.

certaines ouvertures, barrages mobiles pour la fermeture de certaines brèches que l'on doit laisser, en temps normal, pour l'exploitation des quais de déchargement des bateaux?

Sans doute, l'amélioration de la Basse-Seine — par exemple par la réalisation du projet grandiose de Paris-Port de Mer — puis la création d'une dérivation de la Marne, évitant la capitale, pourraient, à grands frais, supprimer les crues désastreuses. Mais les moyens financiers de l'heure présente ne permettent pas encore de discuter ce vaste projet, pour lequel il faut prévoir, non seulement des frais de premier établissement consitérables, mais encore des dépenses annuelles d'entretien à la charge du Trésor Public, jusqu'au moment où l'on pourrait prélever sur la navigation devenue importante, les sommes suffisantes.

***

En attendant la mise en œuvre de ces grands moyens — et même s'ils existaient — il y aurait autre chose à faire.

En un lieu donné, par exemple à Paris, une crue est formée de l'intégration de tous les mouvements de crue des affluents : si les ondes de crue passent successivement, le gonflement des eaux restera très modéré, mais si les ondes se produisent et se propagent de sorte que leur maximum de flot arrive en même temps à Paris, la hauteur deviendra considérable. Ainsi, par des arrangements,

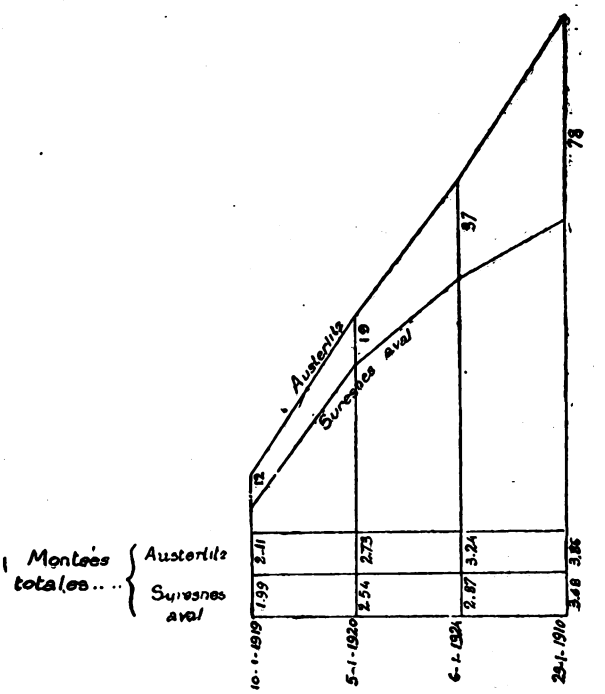


Fig. 214. — Comparaison entre les hauteurs atteintes au pont d'Austerlitz et à Suresnes à l'aval du barrage ouvert.

dont il est difficile de calculer la probabilité, *des crues très ordinaires* peuvent causer des débordements. *A fortiori*, des crues extraordinaires des affluents peuvent causer des désastres encore plus grands que ceux que nous avons subis jusqu'à présent. Dans l'état actuel de l'aménagement du fleuve, rien ne permet d'affirmer que les circonstances qui ont provoqué l'énorme crue de 1658, ne se reproduiront pas avec aggravation, probabilité évidemment assez faible mais dont la réalisation serait redoutable.

***

Comment donc se forment et se propagent jusqu'à Paris, les crues ordinaires?

Les différents bassins secondaires agissent chacun d'une manière différente.

Les calcaires oolithiques, constituant le bassin supérieur de la Seine en amont de Montereau (on appelle Petite-Seine, la partie du fleuve à l'amont de Montereau ; Haute-Seine le cours de

Digitized by Google

Montereau à Paris ; Basse-Seine, celui de Paris à Rouen, où commence la Seine Maritime) sont très perméables ; il en résulte pour la Petite-Seine, un régime tranquille ; les crues en sont longues mais modérées et lentes ; elles mettent six à sept jours pour se propager de Nogent-sur-Seine à Paris où elles ne relèvent sérieusement le niveau que lorsque les terrains perméables étant saturés par des pluies persistantes — première condition d'une crue importante — les autres flots provenant des affluents, viennent grossir à ce moment — seconde condition, plus agissante — le flot séquanien, proprement dit.

Nettement torrentielle, au contraire, l'Yonne supérieure, dont le granit et les argiles forment un bassin imperméable à pentes très accentuées, est sujette à des crues rapides, violentes et de très courtes durées ; elles se manifestent à Paris moins de trois jours après que leur montée a été signalée par les observations des stations de Clamecy sur l'Yonne, Avallon sur le Cousin, Aisy sur l'Armançon.

Comportant à la fois des terrains imperméables et des terrains perméables, le bassin de la Marne donne à cette rivière, un régime mixte. Dans les régions de Langres et de Saint-Dizier, se précipitent des eaux torrentielles qui se ralentissent en traversant la Champagne avant d'être accélérées, de nouveau, sous l'impulsion des flux de la Brie, en aval de Meaux ; rivières qui coulent lentement sur les plateaux à meulières, tant que ceux-ci ne sont pas saturés, mais qui se changent en torrents avec la saturation de ces plateaux. S'il faut de six à huit jours pour la propagation d'une crue de la Marne supérieure entre Saint-Dizier et Paris, il suffit de 24 à 36 heures aux crues des rivières de la Brie, notamment au Grand-Morin pour arriver à Paris après leur constatation à Pommeuse.

Trente-six heures aussi suffisent au transport des crues du Loing, de Nemours à Paris, mais heureusement, en dépit de l'imperméabilité des argiles du Gâtinais, cet affluent, en raison de son défaut de pente, n'a pas une très grande influence sur les crues de la Seine à Paris.

***

Lorsqu'il s'agit de pluies violentes de courte durée, les ondes des divers cours d'eau passent successivement à Paris : le Grand-Morin, puis le Loing et l'Yonne, les eaux de la petite Seine s'écoulent ensuite et, enfin, les eaux de la Marne supérieure. Ainsi le maximum d'une onde ne vient grossir qu'une onde déjà presque complètement écoulée : la hauteur à Paris se maintient dans des limites raisonnables.

Mais lorsque des pluies prolongées, plus ou moins intermittentes, saturent les terrains perméables, les ondes successives des affluents torrentiels s'ajoutent entre elles, empêchées qu'elles sont de s'écouler par le gonflement continu des affluents tranquilles. Il arrive que le maximum des flots tranquilles coïncide à Paris avec une recrudescence des flots torrentiels et donne un maxima maximorum au pont d'Austerlitz ; ainsi se produisent les crues désastreuses. Il en est ainsi lorsque, après une longue période de pluies amenant la saturation, des pluies torrentielles viennent coïncider avec la fonte prématurée des neiges sur les hautes vallées. Nous répétons que rien, dans l'état actuel, ne nous garantit contre une crue plus intense que la plus haute de celles qui furent enregistrées.

***

Rien ne nous garantit, mais on voit maintenant le remède.

Puisque nous avons eu l'imprudence, en canalisant la Seine, de rétrécir le lit majeur, aggravant ainsi le régime du fleuve et diminuant les bassins naturels où les flots s'épandaient, il faut reconstituer artificiellement des réservoirs et l'on peut s'arranger de sorte que ces travaux, indispensables contre les crues, soient avantageux, en même temps, pour les agriculteurs et pour les citadins ; cela afin de ne pas payer trop cher une assurance contre des dégâts dont la loi de répétition et l'importance ne peuvent être calculés, même approximativement.

Si, pour combattre l'effet de l'étranglement parisien, comparable à un barrage à long pertuis ouvert, on envisage des canaux de décharge, utiles à la navigation, il faut aussi et d'abord remplacer le réservoir nuisible où s'accumulent, à l'amont de Paris, les eaux de la Seine et des affluents, par une série de réservoirs de moindre capacité où l'on retiendrait les grosses eaux des bassins supérieurs pour les distribuer, pendant la sécheresse, aux agriculteurs riverains (lesquels payeraient ces bienfaisantes irrigations) et pour augmenter, en étiage, le débit du fleuve.

Cela constituerait certainement une œuvre aussi utile l'été, que la lutte contre les inondations l'hiver.

Il arrive, en effet, lorsque la sécheresse se prolonge, que les eaux deviennent tout juste suffisantes pour la navigation, encore faut-il prendre la précaution de feutrer les barrages qui maintiennent le mouillage nécessaire. Mais, dans ces conditions, la vitesse des eaux devient insignifiante et dans le bassin formé par la retenue des barrages de Bezons et de Marly et des écluses de Bougival, il y a, au moins, autant d'eaux d'égout de la ville et du département, qu'il y a d'eau de

Digitized by Google

Seine ordinaire ; cet ensemble, qui va de Suresnes à Bougival, forme donc alors un énorme bouillon de cultures microbiennes dont le voisinage n'a rien d'agréable. Il en sera ainsi tant que les moyens d'épuration, que l'on expérimente actuellement, ne seront pas venus secourir l'épandage tout à fait insuffisant des champs de Gennevilliers, d'Achères, de Pierrelage et de Triel, que l'on ne peut étendre davantage.

***

Il ne suffit pas, d'ailleurs, d'augmenter la dilution des eaux usées, dans les eaux relativement pures du fleuve, il faut encore assurer l'alimentation en eau potable de la région parisienne. Or, si la ville de Paris, a capté à grands frais des sources lointaines, il s'en faut de beaucoup pour que l'avenir soit ainsi assuré et l'on recule devant les dépenses de nouvelles adductions de sources encore plus éloignées. Déjà, même, les parisiens souffriraient, l'été, si l'on n'avait imaginé de pomper à Ivry et à Saint-Maur, les eaux de la Seine et de la Marne, pour les distribuer, après filtration, suivie d'épuration par l'eau de Javel ou l'ozone.

Les eaux emmagasinées dans les réservoirs des hautes vallées, ne causeraient plus de crues désastreuses mais, entretiendraient, l'été, la fertilité des prairies, faciliteraient l'élevage, assureraient aux Parisiens, une alimentation en eau d'excellente qualité après filtration, javellisation ou ozonation, augmenteraient ensuite le degré de dilution des eaux d'égout et faciliteraient le maintien du débit indispensable à la navigation.

Nous ne voulons pas exposer ici la technique des barrages, sujet très spécial mais très bien étudié. Pourvu que l'on prenne certaines précautions, il est possible actuellement de se contenter de maçonner les pertuis et déversoirs et de constituer, assez économiquement, le reste du barrage avec de la terre. On pourrait ainsi constituer à bref délai, un premier dispositif de retenues d'eaux de crue, qui apporterait une sérieuse amélioration.

Cette mesure nous paraît la plus raisonnable et la plus efficace en peu de temps ; il serait utile de la compléter par les autres procédés que nous avons signalés et par un *reboisement systématique* aux emplacements convenables.

Mais la réalisation de ce programme, sommairement exposé, exige la création d'un organisme de direction qui coordonne les efforts des différentes administrations de l'État, des Départements et des communes intéressés : ponts et chaussées, navigation, eaux et forêts, hygiène, surveillance des eaux potables, assainissement, etc... Nous nous écartons ici des considérations purement scientifiques et techniques, mais comment imaginer que parmi tant de divisions et subdivisions administratives, plus ou moins artificielles, on n'ait jamais songé à organiser fortement — ne fût-ce qu'au point de vue technique — cette unité primordiale : le Bassin.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le mois mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1926). — *Théorie des fonctions.* 1. S'appuyant sur un théorème de M. Egoroff, M. *A. Kovanko* indique une condition nécessaire et suffisante pour l'intégration (au sens de M. Lebesgue ou de M. Denjoy) des fonctions sommables qui convergent vers des limites finies. L'Auteur étend son théorème aux suites de fonctions qui convergent « en mesure ».

2. Mais M. *Leonida Tonelli* cite un exemple, dû à M. Vitali, et qui paraît en contradiction avec le dernier résultat de M. Kovanko.

Analysis Situs. M. *A. Sainte-Laguë* envisage un réseau cubique, à chemins ne se recoupant pas ; si ces chemins peuvent être parcourus dans un seul sens (moyennant certaines conventions) ils sont dits unicursaux ; ils sont bicursaux dans le cas contraire. Cela étant, l'Auteur énonce au sujet de ces réseaux d'intéressants résultats qui se rattachent au problème des quatre couleurs et à la géométrie des polyèdres. Ainsi, dans un réseau cubique géographique de puissance 4, tous les chemins sont unicursaux, ou bicursaux (à l'exception de trois) ; le premier cas jouit de propriétés curieuses : par exemple le réseau est coloriable en deux couleurs.

Analyse. 1. M. *Gaston Julia* étudie le domaine d'existence d'une fonction implicite $y\ (x)$ définie par la relation $G(x, y)=o$ où G est une fonction entière de x et de y : le cas où G est linéaire en x est élucidé par le théorème de M. Picard. Soit R_x la surface de Riemann sur laquelle $y\ (x)$ est uniforme ; dans le cas de M. Picard R_x recouvre tout le plan, à l'exception de deux points au plus ; dans le cas général, R_x *ne peut laisser à découvert aucun continu du plan* x ; l'ensemble des points où l'équation en y $G=o$ n'a pas de racine finie ne peut contenir, non plus, aucun continuum de valeurs de x.

2. Envisageant l'équation $s - \frac{1}{2}\frac{\lambda'_z}{\lambda} q - \lambda z = o$ pour laquelle M. Goursat a fait connaître une transformation analogue à la transformation de Moutard, M. *H. Krebs*

Digitized by Google

donne une représentation géométrique de cette transformation qui rappelle celle de M. Koenigs pour la transformation de Moutard.

3. M. *H. Milloux* étudie les fonctions méromorphes à valeur asymptotique ; à l'intérieur de certaines couronnes circulaires on peut tracer *des cercles de remplissage* où la fonction recouvre toute la sphère complexe à l'exception de certaines valeurs exceptionnelles ; l'auteur précise numériquement la construction de ces cercles.

4. Poursuivant ses travaux antérieurs sur l'extension de la méthode d'intégration de W. Ritz et de la méthode des moindres carrés, M. *Nicolas Kryloff* indique tout le parti qu'on peut tirer de telles méthodes (dans des questions de convergence ou d'estimation des restes).

5. A propos d'une Note récente de M. André Roussel, M. *Leonida Tonnelli* fait remarquer qu'il a utilisé à diverses reprises la « méthode d'adjonction » ; en ce qui le concerne, M. Hadamard fait une remarque analogue, en ajoutant d'ailleurs que l'origine du principe se retrouve déjà dans Weierstrass.

6. M. *Maurice Gevrey* applique à la recherche des propriétés analytiques des solutions des équations aux dérivées partielles la méthode qu'il a donnée récemment pour résoudre les problèmes aux limites sans fonction de Green. Il traite d'abord le problème de l'unicité de la solution, puis celui de la détermination de la classe de la solution, dans le cas elliptique. Il envisage ensuite le type parabolique.

7. M. *J. Favard* étudie les fonctions harmoniques presque périodiques de deux et trois variables. Citons, par exemple, ce théorème : Si sur les droites $x = a$, $x = b$ on donne deux fonctions presque périodiques, il existe une fonction presque périodique, bornée et harmonique dans la bande et qui se réduit à ces fonctions sur les droites données.

8. Après avoir écrit la constante d'Euler sous la forme $C = 1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{h-1} - \log h + S(h)$, M. *Paul Appell* rattache la fonction $S(x)$ à la fonction $\Psi(x)$ de Gauss et cite, à ce propos, les travaux de M. Ser sur la même question.

9. A l'aide des méthodes de M. R. Nevanlinna, M. *Walter Saxer* simplifie la démonstration des théorèmes généraux qu'il a donnés dans sa thèse et il les étend aux fonctions méromorphes ; ainsi : Lorsqu'une fonction méromorphe $f(x)$ et sa dérivée $f'(x)$ possèdent deux valeurs exceptionnelles au sens de M. Picard, les valeurs exceptionnelles de $f'(x)$ sont 0 et ∞.

10 et 11. M. *J. Karamata* envisage les expressions $A(f_n) = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} \nu f(a_{\nu n})$ où f est une fonction continue dans (a, b), avec $a \leqslant a_{\nu n} \leqslant b$, et il rattache le calcul de $\lim_{n=\infty} A_n$ à celui d'une intégrale de Stieltjes par la formule

$$\lim_{n=\infty} A_n(f) = \int_b^a f(\xi)\, d\left[\lim_{n=\infty} \frac{r_n(x)}{n}\right],$$

$r_n(x)$ désignant le nombre des éléments $a_{r_1 \nu}$ ($\nu = 1, \ldots, n$) inférieurs ou égaux à x. M. *Paul Lévy* montre que la condition nécessaire et suffisante pour qu'une série divergente à sommes successives bornées soit sommable par la formule $S = \lim_{n=\infty} \frac{1}{m_n}(\mu_1 S_1 + \ldots, + \mu_n S_n)$ est qu'on puisse définir une fonction $\varphi(n)$ en satisfaisant à la condition suivante : la moyenne des sommes Sp ($n < p < n + \varphi(n)$) calculée au moyen des poids μ doit tendre vers S ; de plus $m_{n+\varphi} : m_n$ doit tendre vers 1. L'étude de ce procédé de sommation conduit alors l'Auteur à exprimer S par une intégrale de Stieltjes.

Géométrie infinitésimale. — 1. M. *Pierre Copel* montre que l'angle du plan $M_1 M_2 M_3$ passant par trois points d'une courbe gauche, d'abscisses infiniment petites s_1, s_2, s_3, avec le plan osculateur à la courbe en l'origine des abscisses est proportionnel à $s_1 + s_2 + s_3$; il donne diverses applications de ce résultat, notamment à la démonstration d'un théorème de Beltrami.

2. Généralisant des résultats de Beltrami, M. *E. Grynaeus* établit les formules de la géométrie différentielle des hypersurfaces et des systèmes orthogonaux pour les variétés riemaniennes à courbure constante (ou nulle, en particulier).

3. Partant des deux sphères de courbure normale principales attachées à une surface en l'un quelconque de ses points, M. *E. Vessiot* définit en ce point un pentasphère orthogonal covariant ; il montre que si l'on se donne les transformations infinitésimales correspondantes, on définit une famille de surfaces équivalentes au point de vue conforme.

Cinématique. — A propos d'un théorème récent de M. Bricard sur les mouvements à deux paramètres M_2 effectués autour d'un point fixe, M. *Joseph Pérès* obtient dans cette voie une généralisation remarquable fondée sur l'introduction du symbole ε ($\varepsilon^2 = o$) utilisé en géométrie réglée : Si M_2 est un mouvement *quelconque*, tous les M_1, extraits de M_2 ont, au même instant, leurs axes normaux à une droite Δ ; les lieux de Δ dans les deux espaces *sont deux congruences qui se correspondent avec conservation de l'aire complexe.*

Mécanique rationnelle. — 1. Le déplacement virtuel d'un système étant donné par la formule $\delta x = \Sigma a_i\, \delta q_i$, le déplacement réel sera différent du déplacement obtenu par variations successives des δq_i, dans le cas où le système n'est pas holonome. M. *Edgar-B. Schieldrop* appelle déviation le vecteur du second ordre qui mesure cet écart. L'Auteur montre l'intérêt de cette notion au point de vue pratique, et notamment au point de vue de ce problème : reconnaître si les équations de Lagrange sont applicables, et calculer les termes complémentaires dans le cas contraire.

2. M. *R. Dugas* poursuit ses recherches sur le mouvement d'un point matériel de masse variable et il généralise, notamment, à leur égard le théorème de Thomson et Tait sur les surfaces orthogonales aux trajectoires.

Mécanique. 1. 2 et 3. — M. *Louis Roy* étudie d'abord la propagation des discontinuités sur une ligne élastique à six paramètres (au sens de MM. Cosserat). Il montre que la viscosité exclut tout phénomène de propagation et il étudie, dans le cas contraire, les cas d'une conductibilité thermique nulle ou non. L'Auteur étend ensuite ses résultats au cas d'une ligne à quatre paramètres (l'un des axes du trièdre étant tangent à l'axe longitudinal), et il discute, notamment, la transversalité ou la longitudinalité des discontinuités transmises. Dans une troisième Note, M. Roy établit pour les lignes élastiques non visqueuses une loi adiabatique dynamique analogue à celle que M. Jouguet a donnée pour les milieux à trois dimensions.

Hydrodynamique. — Le tracé du champ hydrodynamique autour d'un profil d'avion est une opération laborieuse, nécessitant la construction de courbes par points isolés. Ces courbes s'obtenant à partir de quadrillages réguliers par la transformation $z = Z + k^2 Z^{-1}$, M. *E.-G. Barrillon* a imaginé un appareil qui permet de les tracer d'une manière continue ; l'appareil se compose essentiellement de deux inverseurs de Peaucellier et d'une équerre liée à des parallélogrammes articulés.

Elasticité. — 1. M. *Rogoff* donne la traduction numérique des formules que M. Mesnager a calculées antérieurement pour le problème de la plaque rectangulaire posée, chargée en son centre.

2. A l'aide des coordonnées bicirculaires de Lamé, MM. *Boris Grimberg et Maurice Paschoud* étudient la torsion d'un cylindre creux dont la section droite est limitée par deux

Digitized by Google

cercles excentriques. Les Auteurs généralisent des résultats dus à M. Boussinesq sur les analogies hydrodynamiques de la torsion.

Mécanique appliquée. — Imaginons qu'un pylone haubané soit soumis à un vent périodique sinusoïdal ou à une rafale sinusoïdale-hyperbolique, et proposons-nous de déterminer la déformation horizontale supplémentaire de la fibre neutre : c'est le problème que se pose M. *Charles Plâtrier* et qu'il ramène à l'intégration d'une équation linéaire aux dérivées partielles du 4e ordre. L'intégration de l'équation fait ressortir l'existence de valeurs critiques pour la flexion du pylone ; la déformation ne peut plus alors être considérée comme infiniment petite.

René GARNIER.

T. S. F.

La polarisation des ondes radioélectriques. — Lorqu'on émet des ondes électromagnétiques polarisées verticalement à leur origine, ces ondes restent polarisées verticalement à toutes les distances. Cette manière de voir avait été confirmée par les expériences d'Austin et ultérieurement par les expériences de Smith-Rose et Barfield. Mais comme dans ces essais, la fréquence maximum des ondes émises avait été de 677 kilocycles, deux questions restaient en suspens : 1° Avec les fréquences très élevées d'utilisation récente, si les ondes sont polarisées verticalement à leur origine, vont-elles rester ainsi à toutes les distances ; 2° Si les ondes quittent l'émetteur polarisées horizontalement, ce plan de polarisation restera-t-il invariable à toutes les distances.

M. G.-W. Pickard s'est proposé de répondre à ces deux questions et voici très brièvement résumée sa façon d'opérer. Comme collecteur, il a employé un fil linéaire coupé, en son milieu par un condensateur (voir fig. 215) aux bornes duquel était branché une bobine d'accord. Cette bobine était couplée à une deuxième bobine

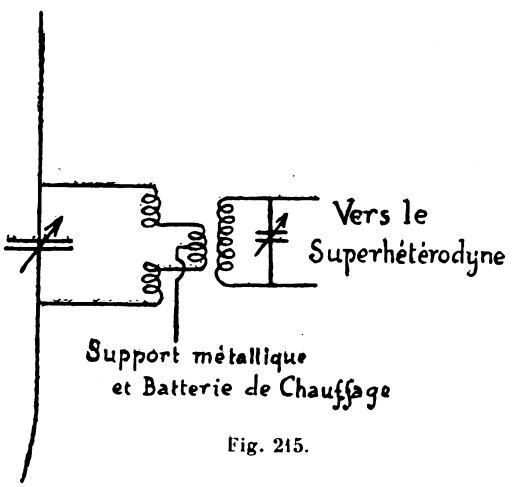


Fig. 215.

faisant partie d'un circuit oscillant alimentant l'appareil de réception. Comme précautions indispensables, il fallait d'abord éviter les effets de réflexion par le sol, effets pouvant complètement fausser les mesures. L'emplacement choisi était très bien dégagé ; une tour en bois fut construite et les expériences furent faites au sommet à environ sept mètres au-dessus du sol. Pour éliminer ensuite les effets de dissymétrie, l'action de l'opérateur, etc., M. G.-W. Pickard avait trouvé nécessaire de réunir le milieu exact de la bobine d'antenne à la fois au support métallique de l'ensemble placé au sommet de la tour et à la batterie de chauffage de l'amplificateur. Ce dernier était du système superhétérodyne. Comme la plupart des stations écoutées manipulaient des signaux Morse, les lectures au galvanomètre furent impossibles et remplacées par des mesures au téléphone. Les intensités d'audition étant proportionnelles aux carrés des champs électriques reçus, il suffisait de prendre la racine carrée des nombres obtenus à l'oreille.

Pendant le jour et pour toutes les fréquences inférieures à un ou deux mégacycles, l'intensité maximum de réception était obtenue avec le fil vertical. En faisant tourner le fil autour d'un axe horizontal, l'intensité diminuait, un minimum étant obtenu avec le fil horizontal. En faisant maintenant tourner le fil horizontal autour d'un axe vertical, on obtenait deux zéros, à 180° l'un de l'autre, le fil étant alors exactement perpendiculaire à la ligne de propagation. Le fil étant à l'une quelconque de ces deux positions de zéro, il suffisait d'une rotation autour de l'axe horizontal inférieure à un degré ou d'une rotation autour de l'axe vertical d'environ quatre degrés pour percevoir de nouveau le signal.

Pendant le mois d'août 1925 et surtout pendant l'heure ou les deux heures précédant le coucher du soleil au lieu de l'expérience, plus de 1.300 mesures portant sur 379 stations furent faites. La plupart de ces dernières opéraient sur des fréquences de 3,5 à 4 et de 7 à 8 mégacycles ; la majorité était située dans un rayon de 2.000 kilomètres du lieu de l'expérience, à part quelques stations européennes et sud-africaines. Il résulte nettement de toutes ces mesures que, contrairement à ce qui se passe pour des fréquences plus basses, le champ électrique, pour les très hautes fréquences, ne reste pas polarisé verticalement. Le rapport des composantes verticale et horizontale de ce champ dépend principalement de l'heure de l'observation, de la fréquence transmise et de la distance. Il faut noter que les stations mesurées couvraient un angle de 240° autour du lieu des expériences ; il aurait donc été possible de voir l'influence de l'angle de la direction de propagation avec le méridien magnétique : cette influence n'a pu être décelée. Quant à la 2e question posée plus haut, il n'a pas été possible de constater de différence marquée pour le rapport des deux composantes entre des champs électriques polarisés (à l'émission) soit verticalement, soit horizontalement.

En résumé, les observations de M. G.-W. Pickard peuvent se résumer comme suit : dans les conditions de nuit, pour des fréquences supérieures à 3 mégacycles et pour des distances supérieures à 50 kilomètres, le champ électrique est presque horizontal. Le rapport des composantes horizontale et verticale est fonction de la fréquence de l'émission et de la distance ; il est indépendant de la direction de transmission et de la polarisation (verticale ou horizontale) du champ à son origine. Pour les fréquences supérieures à 3 mégacycles il y a un avantage marqué à utiliser la réception horizontale. Non seulement le champ électrique reçu et par suite le signal est plus fort, mais le rapport $\frac{\text{signal}}{\text{atmosphérique}}$ est augmenté, car la composante horizontale de l'atmosphère ne croît pas si rapidement avec la fréquence que celle du signal.

P. ABADIE.

Chimie Physique

La constitution isotopique du chlore des météorites. — L'analyse par rayons positifs a révélé que le chlore, auquel les chimistes accordent le poids ato-

Digitized by Google

mique 35,467, se résout en deux isotopes de poids atomiques 35 et 37. Les proportions relatives de ces isotopes 76,6(5) % et 23,3(5) % semblent jusqu'ici invariables quelle que soit la provenance de l'élément. William-D. Harkins et S.-B. Stone, à l'Université de Chicago, se demandant si cette invariabilité est vraiment absolue, se sont proposé l'examen du chlore extra-terrestre, qu'on peut préparer à partir des météorites. Ils ont fait une détermination du poids atomique, afin de voir si, dans ces conditions on retrouve la même valeur que pour le chlore terrestre, c'est-à-dire les mêmes proportions des constituants isotopiques.

Les auteurs ont adopté la technique suivante. Mettant à dissoudre environ 2 gr. d'argent extrêmement pur dans de l'acide nitrique, ils ajoutent de l'acide chlorhydrique obtenu à partir d'un météorite, en quantité suffisante pour amener tout l'argent à l'état de chlorure d'argent. Après évaporation de l'eau et des acides, le chlorure d'argent est fondu dans une atmosphère de chlore. La balance utilisée pour les pesées était sensible au centième de milligramme.

Cinq expériences sur le chlore météorique ont fourni les valeurs 35,466 ; 35,468 ; 35,469 ; 35,469 et 35,465 avec une moyenne de 35,467(4). Cela revient à dire que dans les limites des erreurs possibles, le résultat obtenu est le même que pour le chlore d'origine terrestre. Or il faut présumer que la matière des météorites n'a pas été mélangée à celle de la terre depuis des billions d'années. S'il y a eu pendant ce temps désintégration ou formation d'atomes de chlore, il faudrait donc en conclure, soit que les quantités respectives des deux isotopes n'ont pas varié, soit qu'elles ont été les unes et les autres affectées au même taux.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 19 septembre 1925.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie

Les résidus des cornues à zinc. — Dans l'extraction du zinc de ses minerais par distillation, on mélange le minerai finement broyé et calciné avec du charbon et on le chauffe au rouge dans des cornues de terre réfractaire. L'oxyde est réduit avec formation d'oxyde de carbone et le métal s'échappe à l'état de vapeur que l'on condense dans des réservoirs en terre. Le sulfure de zinc qu'il pourrait y avoir dans le minerai reste dans la cornue, ce qui constitue une perte. Les résidus de cornues formés par le charbon non brûlé et les éléments non volatils du minerai, contiennent de 5 à 15 % de zinc avec des teneurs variables d'autres métaux tels que le plomb, le cuivre, le fer, l'or et l'argent. Ces résidus ont une importance considérable car ils s'élèvent à 25 et même 75 % du poids du minerai chargé.

On a essayé de récupérer le plomb, le cuivre et les métaux précieux en les fondant directement dans un four à plomb, mais dans la majorité des cas on voulait concentrer le résidu pour obtenir un produit enrichi pour être ultérieurement traité. Il est intéressant de remarquer que la récupération du coke intact contenu dans les résidus a parfois été avantageuse. Dans une usine, on récupère le combustible par triage, on le mélange à 20 % de charbon frais et on le brûle sous les chaudières, dans d'autres usines après avoir séparé par tamisage le combustible intact on le réemploie dans les cornues.

La concentration électromagnétique des résidus de cornues a donné des résultats intéressants mais cependant il semble que ce procédé n'est pas sorti de la période des essais. D'un autre côté, on a longtemps employé l'enrichissement par voie humide des résidus contenant du plomb et de l'argent et ces dernières années on a ainsi traité des résidus exempts de plomb pour en récupérer le zinc et le charbon intact. Mais ces procédés entraînent à des installations coûteuses qui compromettent sérieusement les résultats économiques obtenus.

Les méthodes employées actuellement pour la concentration et le traitement des résidus des cornues varient tellement qu'il n'est pas possible de donner des règles générales sur leur conduite. Une façon d'opérer qui sera ici avantageuse, donnera là des pertes. La question est cependant assez importante pour que les métallurgistes du zinc prêtent toute leur attention au traitement de leurs résidus de cornues. (*Engineering*, 13-11-25.)

E. P.

Métallurgie

Changements de dimensions dans la fonte. — On a trouvé dans la fonte à la suite des traitements thermiques qu'on lui faisait subir des variations dans les dimensions allant d'un accroissement de 4,6 % à une diminution de 0,71 %. Mais les tendances sous l'effet de la teneur en silicium et en carbone total variaient beaucoup. En la chauffant au delà du point critique, l'y tenant 3 heures puis la refroidissant d'abord lentement puis rapidement on remarqua que les dimensions augmentaient quand la somme des teneurs en silicium et en carbone total diminuait. En refroidissant lentement dans le four à partir d'un point au-dessus de la température critique, l'augmentation dans les dimensions augmente avec l'augmentation du Si+C total.

Il en résulte :

Un traitement thermique approprié peut améliorer sensiblement les propriétés générales de la fonte grise et du demi-acier. Un résultat important c'est la dureté uniforme et l'élimination de la cémentite par le recuit.

On peut calculer la température critique de la fonte grise avec un degré d'approximation suffisant d'après l'analyse chimique au moyen de la formule suivante :

Température critique = 730° + (28° × Si %) + (25° × Mn %.)

Pour éliminer les difficultés provenant des variations dans les dimensions, on peut travailler la fonte grise puis la soumettre à la trempe pour obtenir de la fonte trempée insensible aux chauffages et refroidissements alternatifs en dessous du point critique.

On peut modifier énormément par le traitement thermique les propriétés de la fonte grise. (*Iron Age*, 8-10-25.)

E. P.

Digitized by Google

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 *mai* 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Favard* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les équations différentielles linéaires à coefficients presque périodiques.**

— *E. Gau* (prés. par M. E. Goursat). — **Transformation d'un système de deux équations aux dérivées partielles en involution, en une équation unique du premier ordre.**

— *Lainé* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'application de la méthode de Darboux aux équations** $s = f(x, y, z, p, q)$.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Mirimanoff* (prés. par M. Hadamard). — **Le jeu de pile ou face et les formules de Laplace.**

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Henri Malet* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur des expressions invariantes se rencontrant en électrodynamique dans les systèmes en mouvement.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *S. Zaremba.* — **Sur une transformation du problème de Neumann.**

— *Georges Bouligand.* — **Sur la continuité d'ordre zéro en hydrodynamique.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Jean Chazy* (prés. par M. Brillouin). — **Sur le calcul de l'avance du périhélie de Mercure sous l'action des autres planètes.**

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy.* — **Sur un cas particulier de diffraction des images solaires.**

AÉRONAUTIQUE. — *A. Alayrac* (prés. par M. Kœnigs). — **Étude théorique du vol ramé.**

La méthode indiquée par l'auteur dans deux Communications antérieures (*C. R.*, 180, p. 260 et 493), méthode relative à l'étude du mouvement d'un planeur dans une atmosphère agitée, permet de montrer la possibilité de la sustentation d'un planeur en atmosphère calme par le déplacement, l'un par rapport à l'autre, des organes de l'appareil et peut fournir une explication très simple du vol ramé par une simple translation des ailes. La solution du problème paraît facile parce que le mouvement de l'aile est à la disposition du pilote. Mais le mouvement doit être tel que la trajectoire d'un point de l'aile soit une courbe fermée, si l'on veut réaliser un mouvement permanent, ou tout au moins, soit comprise constamment à l'intérieur d'un cycle fermé.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Remarques sur l'établissement du régime dans les circuits électriques.**

A côté des méthodes classiques d'intégration applicables à l'étude des établissements brusques de régime dans un complexe défini par un système d'équations différentielles, on sait que l'on peut utiliser l'intégrale obtenue par une formule dite de développement. L'auteur montre que le champ d'application de cette formule n'est pas général mais limité à des conditions initiales. C'est pourquoi certains problèmes d'électricité sont impossibles à intégrer par ce procédé, tandis qu'ils trouvent une solution dans les méthodes classiques.

MAGNÉTISME. — *Félix Ehrenhaft.* — **Sur l'observation et la mesure des plus petits aimants isolés.**

La méthode indiquée par l'auteur permet de déterminer le moment magnétique des aimants isolés jusqu'au rayon de 5.10^{-6} cm. On mesure facilement des aimants pour lesquels $kV = 10^{-18}$. Cette méthode permet en outre de fixer l'intensité d'un champ magnétique dans un domaine restreint (1.10^{-2} cm.) ; elle fournit des relations entre la susceptibilité et la densité de ces particules isolées de substances différentes. Elle contribuera à éclairer le problème des électrons, des subélectrons, de la densité et des propriétés magnétiques de petites particules colloïdales.

SPECTROSCOPIE. — *Jean Thibaud* (prés. par M. de Broglie). — **Une technique nouvelle de l'emploi des réseaux appliquée à l'étude de l'ultraviolet de Millikan.**

L'auteur décrit un appareil qui lui a permis d'obtenir les spectres de l'ultraviolet de Millikan, jusqu'à un peu moins de 200 A limite actuellement imposée par les raies de diffraction dues aux fentes collimatrices de l'appareil et qui apparaissent au voisinage de la tache de réflexion. On enregistre sur la même plaque la totalité du spectre depuis le domaine visible jusqu'à celui de Millikan, ce qui est précieux pour l'étalonnage des raies nouvelles. Les spectres d'émission photographiés jusqu'ici sont ceux de quelques métaux : aluminium, magnésium, fer, cuivre, platine. Le spectre photographié dans le cas du cuivre s'étend jusqu'à 210 A. Les raies extrêmes obtenues pour le fer et le platine se placent vers 350 A.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Portevin* et *P. Chevenard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Complexité des phénomènes de trempe de certains alliages.**

Les phénomènes de trempe des alliages, tout en présentant une certaine analogie avec les transformations des aciers, sont distincts par leur succession et par la réversibilité de la transformation $\gamma = \lambda$. D'ailleurs dans les aciers mêmes, il y a des modalités différentes à l'échauffement des aciers trempés, suivant les cas. Cette existence d'un état labile avec transformation correspondante réversible complique singulièrement l'interprétation des résultats des études physico-thermiques.

— *Pierre Jolibois, Henri Lefebvre* et *Pierre Montagne* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Influence de la capacité du circuit de décharge sur la décomposition du gaz carbonique par l'étincelle sous pression réduite.**

La décomposition du gaz carbonique par l'étincelle sous pression réduite est fortement influencée par la capacité du circuit de décharge et, pour un tube donné, elle ne correspond à un degré de dissociation élevé que si la capacité du condensateur donnant l'étincelle est forte.

— *Mlle Suzanne Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Réactions magnétochimiques des hydroxydes en présence de l'eau oxygénée.**

Dans les Notes précédentes (*C. R.*, 180, 1925, p. 933; 182, 1926, p. 1028) l'auteur a étudié la décomposition de l'eau oxygénée en présence de certains hydroxydes en suspension. Avec l'hydroxyde cobalteux et l'hydroxyde cuivrique, l'aspect chimique de la réaction est plus compliqué, car la phase solide ne conserve pas un degré d'oxydation invariable. L'examen des phénomènes magnétiques qu'elle manifeste encore dans ces conditions, fait l'objet de cette nouvelle Note. Des tableaux indiquent les résultats obtenus qui, complétant ceux des études précédentes, montrent que les réactions sont en réalité beaucoup plus complexes et beaucoup plus prolongées que ne le prévoit l'analyse pondérale.

— *Marinesco* (prés. par M. Jean Perrin). — **Adsorption sur grosses molécules en solution.**

Entre la viscotisé η d'une suspension de fines particules solides sphériques et celle du liquide intergranulaire η_0 existe la relation :

$$\eta_i = \eta_0\left(1 + 2.5\,\frac{v}{V}\right)$$

que l'auteur a appliquée aux solutions de rhodamine (B extra) de Höchst (p. m. 478,5) en employant comme solvants l'eau et divers monoalcools. Les résultats montrent que la molécule dissoute se trouve entourée d'une couche monomoléculaire dans laquelle le nombre des molécules du solvant adsorbées est fixe. On observe en outre que la polarité des

Digitized by Google

molécules du solvant a un rôle très important en ce qui concerne l'adsorption et l'orientation du feuillet monomoléculaire, au point de vue électrique.

— *J. Laissus* (prés. par M. Léon Guillet). — **Cémentation des alliages ferreux et cuivreux par le tungstène et le tantale.**

Dans la cémentation par le molybdène des alliages ferreux, on constate micrographiquement, de l'intérieur vers l'extérieur, l'existence : 1° d'une zone de solution solide (disparition de la perlite) ; 2° d'une couche brillante externe, constituée par une solution solide et une combinaison (probablement la combinaison FE^3 Mo^2) dont l'épaisseur croît avec le temps et la température.

Dans la cémentation par le tantale on constate, de l'intérieur vers l'extérieur, l'existence : 1° d'une zone de solution solide (disparition de la perlite) dont l'épaisseur décroît quand le temps et la température croissent ; 2° d'une seconde zone de solution solide plus attaquable renfermant dès la température de 1000° des plages d'eutectique, dont l'épaisseur croît avec le temps et la température.

Dans les alliages cuivreux cémentés par le tungstène, le molybdène et le tantale on constate des couches cémentées d'épaisseurs importantes dont la structure est difficilement résolue.

CHIMIE MINÉRALE. — *Mlle M. Pernot* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les iodomercurates de potassium qui cristallisent en solution acétonique.**

L'auteur a étudié le système iodure mercurique-iodure de potassium-acétone par la méthode des solubilités à température constante. Un diagramme résume les résultats. La courbe des solutions saturées à 56° indique l'existence de sept phases cristallines différentes. Cinq branches de courbes correspondent à cinq iodomercurates cristallisés.

— *Clément Duval* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur une méthode générale de préparation des nitrites. Application aux nitrites simples de cobalt et de nickel et à celui de la cobalti-hexammine.**

L'acétate correspondant au nitrite que l'on désire préparer est traité par un nitrite alcalin en présence d'acétate d'ammonium. L'excès d'eau favorisant l'hydrolyse doit être évité ; il est nécessaire de soumettre ce liquide à un brassage énergique. La méthode réussit mieux avec les nitrites complexes (en général peu solubles) qu'avec les nitritres simples. Outre le nitrite de cobalt que l'auteur a pu isoler, une quinzaine de nitrites complexes ont été préparés par cette méthode.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Freundler* et *Mlle Y. Ménager* (prés. par M. A. Béhal). — **Dosage du rubidium au moyen de l'acide silicotungstique ; application de ce réactif à la recherche du rubidium dans les cendres de *Laminaria flexicaulis*.**

Les essais ont été effectués avec du chlorure et de l'iodure de rubidium purs, le rubidium est précipité à l'état de silicotungstate, par l'acide silicotungstique.

La méthode décrite par l'auteur a été appliquée aux cendres solubles de *Laminaria flexicaulis* avec une concentration suffisante pour pouvoir déceler d'une façon certaine, dans 10 gr. de cendres solubles, le rubidium par la méthode spectrographique.

— *Jean Meunier* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la recherche et sur le dosage du strontium par la méthode spectrographique dans la flamme de l'hydrogène.**

Pour effectuer le dosage du strontium par la méthode spectrographique, l'auteur mélange à de l'oxyde de fer de l'acétate de strontium, exempt de calcium, de manière à obtenir une série de mélanges où le strontium et le fer se trouvent dans des proportions connues. L'intensité absolue des raies spectrales que l'on obtient avec ces mélanges, varie avec le temps d'exposition, la sensibilité des plaques, leur développement, etc... mais toutes ces causes de variations restent sensiblement les mêmes sur une plaque, en sorte que la raie du strontium et les raies multiples du fer demeurent comparables entre elles. Il suffit donc en principe de faire des gammes de ces mélanges de manière à déterminer les proportions de strontium correspondant aux raies du fer, et inversement. On prendra de préférence pour la comparaison avec la raie du strontium les raies de fer les plus voisines et qui se trouvent ainsi sur un fond à peu près éclairé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. F. Durand* (trans. par M. Paul Sabatier). — **Préparation directe des composés organogluciques mixtes.**

La préparation des organogluciques mixtes R-Be-X par action du métal sur les halogénures R-X a été jusqu'ici tentée sans résultat. L'auteur a réussi à obtenir le dérivé mixte CH^3. BeI par la méthode suivante : dans un ballon de 150 cm^3 avec réfrigérant ascendant, tous deux bien desséchés, il introduit 0 gr. 312 de glucinium et la quantité théorique soit 4 gr. 922 de CH^3 I dans 50 cm^3 d'éther anhydre. Lorsque le liquide est à l'ébullition on cesse de chauffer et on laisse tomber sur le métal un fragment de chlorure mercurique pesant environ 0 gr. 1. Une réaction s'amorce localement provoquant l'ébullition de l'éther ; il suffit de chauffer modérément pendant 40 minutes pour faire disparaître tout le métal. L'auteur n'a pas déterminé si le dérivé mixte ainsi obtenu était ou non combiné à l'éther.

MINÉRALOGIE. — *R. Weil* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la température de transformation paramorphique de la cristobalite.**

Il y aurait, d'après la théorie de Smits, pour une cristobalite, obtenue dans des conditions déterminées de température, un point de transformation paramorphique unique et bien défini. L'auteur a démontré, dans un travail antérieur, que cette transformation ne répondait pas à ce qu'exigerait la théorie de Smits. M. Longchambon ayant mis en doute les faits qui venaient à l'appui de la démonstration de M. Weil, celui-ci précise dans cette nouvelle Note les précautions opératoires à observer, précautions qui portent sur la vitesse de la température qui ne doit pas dépasser 8° à 16° par heure, sur la transparence des lames ou des cristaux et sur l'intensité de l'éclairage. L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Desgrez, H. Bierry* et *L. Lescœur*. — **Sur la fixation de l'hydrogène sulfuré dans le sang.**

Les auteurs ont cherché à préciser l'équilibre chimique possible entre l'hydrogène sulfuré et les bases du sang, en s'inspirant des données relatives à l'état d'acidité ionique des solutions. Ils ont réalisé, en vue de définir cet équilibre, des essais directs *in vitro* qui leur ont fait connaître la composition chimique du milieu à des pH déterminés. Ils ont montré qu'on peut déterminer le rapport suivant lequel, dans une solution de pH donné, se trouvent liés les alcalis et l'hydrogène sulfuré.

PATHOLOGIE. — *Charles Nicolle* et *Ugo Lumbroso*. — **La conjonctivite granuleuse du lapin et l'origine du trachome.**

Les conjonctivites granuleuses naturelles des animaux semblent bien renseigner, dès à présent, sur l'origine du trachome. Les espèces chez qui les auteurs les ont rencontrées, en particulier le lapin, vivent les yeux au contact du sol. La terre végétale, les débris de la litière les souillent. Rien de surprenant que ces yeux s'enflamment dès les premiers jours de la vie du fait d'un virus *humique* et que, sans cesse, ils se réinfectent. Le trachome humain n'a pas, sans doute, d'autre origine.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Paul Picard* (prés. par M. L.

Digitized by Google

Guignard). — **Le violutoside, nouveau glucoside à salicylate de méthyle, retiré du *Viola cornuta* L.**

Comme le monotropitoside du *Monotropa hypopitys* L., le violutoside est formé par l'union d'une molécule de salicylate de méthyle et d'une molécule d'un hexopentose. Mais le pentose du violutoside n'est pas du xylose. Les résultats obtenus sont en faveur de la présence de l'arabinose — *l*, qui serait combiné au glucose sous la forme de vicianose.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Combes* (prés. par M. M. Molliard). — **La migration des substances azotées chez le Hêtre au cours du jaunissement automnal.**

Le transport des matières azotées des feuilles vers les organes vivaces débute au moment où les feuilles commencent à jaunir, il se poursuit pendant toute la durée du jaunissement, et il devient de plus en plus rapide jusqu'à la mort des feuilles. En 1925, chez le Hêtre aussi bien que chez le Chêne, l'émigration a commencé au début de septembre et s'est prolongée jusqu'à la fin d'octobre.

L'émigration automnale doit être considérée comme un phénomène particulier à la fin de la vie de la feuille. Il se produit, en automne, une véritable évacuation de certains constituants des tissus foliaires.

PHYSIOLOGIE. — *G. Lafon* (prés. par M. E. Leclainche). — **Sur l'amplification et l'audition collective des bruits du cœur et des autres bruits d'auscultation.**

L'auteur donne la description d'un dispositif qui permet de rendre les bruits normaux du cœur nettement perceptibles à un auditoire de 40 personnes. Ce dispositif comprend un stéthoscope appliqué sur la région du cœur et relié par un tube de caoutchouc à un microphone de construction spéciale. Le courant du circuit microphonique traverse un transformateur dont le circuit secondaire passe ensuite dans un amplificateur à lampes. Un haut-parleur complète ce dispositif.

Des essais ont été également faits sur l'audition des bruits anormaux, dans un hôpital.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Jean Saidman* et *L. G. Dufestel* (trans. par M. Daniel Berthelot). — **Sur la visibilité de la portion initiale du spectre ultraviolet.**

La zone ultraviolette 365 est perceptible pour l'œil humain placé dans des conditions favorables et si, en pratique, on ne la distingue pas, c'est parce que la visibilité de l'œil dans cette zone est de l'ordre du millionième de celle des radiations qui impressionnent le plus la rétine. — *Emile Haas* (prés. par M. A. Desgrez). — **Recherches nouvelles sur la sensibilité lumineuse différentielle successive pour la lumière blanche.**

La sensibilité différentielle successive met en jeu la mémoire : elle est donc un phénomène plus compliqué que la sensibilité différentielle simultanée. Néanmoins, l'allure de la variation des sensibilités différentielles successive et simultanée en fonction de l'éclairement est tout à fait analogue. La sensibilité croît d'abord assez vite pour des éclairements de 0 à 1 lux, puis plus lentement.

PHARMACOLOGIE. — *V. Velluz* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Contribution à l'étude de la narcose. Sur le coefficient de partage des hypnotiques entre l'eau et les dissolvants organiques, particulièrement les dissolvants possédant des liaisons éthylémiques.**

Les expériences relatées dans cette Note ont conduit l'auteur à faire intervenir dans le partage entre l'eau et une matière grasse non miscible avec elle certaines particularités de constitution présentées par le corps gras et, en première ligne, la présence dans sa molécule de liaisons éthyléniques.

Il paraît possible de conclure à une action élective des groupements OH et COOH libres et surtout des liaisons éthyléniques, pour la fixation des hypnotiques par les dissolvants organiques.

BIOLOGIE. — *Jean C. Faure* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur les facteurs essentiels d'un complexe biologique.**

Il ressort de cette étude que, pour apprécier le rôle des éléments d'un complexe biologique, il est nécessaire de réunir une documentation complète sur la biologie des espèces qui le composent, d'en faire une étude comparative et d'étudier ses rapports avec le milieu. La répétition des observations dans l'espace et dans le temps permettra de tirer des conclusions générales d'une grande valeur.

BACTÉRIOLOGIE. — *Alfred Maubert* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Influence du thorium X sur la fermentation ammoniacale.**

Le processus de la fermentation ammoniacale de l'urine par le *Micrococcus ureæ* est activé par le thorium X à des concentrations en thorium X pouvant atteindre $6^{\gamma},7$ par centimètre cube de milieu fermentaire. Les concentrations inférieures à 0^{γ}, 1 n'ont aucune action, et une activation se produit à partir de 0^{γ}, 5 jusqu'à 1^{γ}.

MICROBIOLOGIE. — *J. Cantacuzène* et *O. Bonciu* (prés. par M. Roux). — **Modifications subies par des streptocoques d'origine non scarlatineuse au contact de produits scarlatineux filtrés.**

L'exsudat pharyngien de tous les scarlatineux observés a conféré, après filtration, l'agglutinabilité spécifique à des streptocoques non scarlatineux. Seul, l'exsudat des scarlatineux possède ce pouvoir modificateur qui s'atténue d'ailleurs rapidement au cours de la convalescence ; il n'existe pas chez l'individu normal.

L'urine des scarlatineux recueillie en pleine période fébrile et filtrée sur bougie L^3, possède des propriétés analogues.

P. GUÉRIN.

Séance du 17 mai 1926

ALGÈBRE. — *Biernacki* (prés. par M. Hadamard). — **Quelques théorèmes d'algèbre.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur les polynomes de Tchebichef.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *W.-S. Fédoroff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur la représentation des domaines et des fonctions analytiques.**

— *Stefan Kempisty* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les dérivées de la fonction d'ensemble.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Lonida Tonelli* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur la quatradure des surfaces**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *P.-L. Mercanton.* — **Aimentation de roches volcaniques australiennes.**

Dans une Note antérieure (*C. R.*, 182, 1926, p. 859), l'auteur a signalé quatre échantillons de basalte provenant du Groenland occidental et présentant tous une aimantation naturelle de sens contraire à celui que la lave prendrait dans le champ magnétique terrestre actuel si elle s'y refroidissait. Dans cette nouvelle note il examine des laves provenant de l'hémisphère Sud (Queensland Sud-Est et Nouvelle-Galles du Sud). Les résultats de ses recherches lui permettent de conclure que l'inclinaison du champ terrestre aurait été anciennement en Australie, de sens opposé à ce qu'elle est aujourd'hui. Il paraît singulier que l'opposition qui existe pour les laves tertiaires, outre le Groenland et le Queensland, se révèle pour des roches d'éruption beaucoup plus anciennes de la Nouvelle-Galles du Sud.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Sur les conditions initiales du régime troublé des courants.**

Les valeurs initiales que peuvent prendre, en régime troublé, la fonction cherchée x et ses dérivées dépendent de la différence entre les degrés du numérateur et du dénominateur de l'opérateur $\frac{f(D)}{\varphi(D)}$. L'auteur, dans le cas où les fonc-

Digitized by Google

tions f et φ sont des fonctions entières, en donne une démonstration directe d'après la formule même du développement, au lieu de considérer l'intégrale dans un contour.

— *J.-L. Routin* (transm. par M. André Blondel). — **Sur un nouveau moteur synchrone à induction démarrant automatiquement, et pouvant être actionné par ondes hertziennes modulées en vue de résoudre les problèmes de téléindication et de télévision.**

L'auteur donne une figure schématique de l'appareil qu'il a imaginé et destiné aux applications à la strosboscopie.

SPECTROSCOPIE. — *C.-G. Bedreag* (prés. par M. de Broglie). — **Sur le spectre d'arc de cuivre.**

Les raies constituant l'ensemble du spectre d'arc de cuivre sont réparties en trois catégories entre lesquelles l'auteur a repris leur répartition et la détermination des termes respectifs. Les résultats sont exposés dans des tableaux qui montrent que la différence entre les valeurs calculées et observées de ν est comprise entre ± 1 et ± 2, ce qui est normal pour les termes à grandes valeurs de k ou de n. En outre, l'auteur a constaté des raies $p - f$, $p - p$ avec $\Delta k = 2$ ou 0; ces raies qui sont exclues dans les conditions ordinaires, apparaissent ou sont renforcées dans l'arc sous 200 volts, c'est-à-dire dans un champ électrique intense, par suite d'un commencement d'effet Stark. Dans ces conditions on constate encore d'autres raies nouvelles.

POLARIMÉTRIE. — *E. Darmois* (prés. par M. A. Cotton). — **Effet de sel et pouvoir rotatoire.**

On sait que les sels alcalins exercent une légère influence sur le pouvoir rotatoire des tartrates, de l'émétique. Des variations plus considérables ont été signalées pour l'acide tartrique, l'acide malique et leurs éthers. L'auteur montre que des modifications importantes de pouvoir rotatoire se retrouvent dans tous les équilibres où interviennent les acides tartriques et maliques.

Les sels neutres ont également une influence importante sur la marche de certaines mutarotations et il sera peut-être possible d'en tirer des renseignements sur la constitution des éthers et sur le mécanisme de la mutarotation.

OPTIQUE. — *A. Zimmern* et *Maxime Coulin* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la production de surfaces polarisantes par dépôt d'hérapathite sur lames verticales.**

Ainsi que M. Zimmern l'a signalé dans une Note précédente (*C. R.*, 182, 1926, p. 1082), il est possible d'obtenir de petites surfaces d'hérapathite, par sa méthode de préparation par voie gazeuse. Les auteurs ont obtenu des résultats meilleurs encore en obligeant les cristaux à se former et à se nourrir par dépôt progressif sur une lame verticale, et non plus en les préparant dans une cuvette horizontale. Les cristaux produits par cette nouvelle technique permettent d'isoler des plages d'hérapathite régulières, transparentes et d'orientation unique atteignant environ 5 millimètres de côté, plages qui pourraient être utilisées pratiquement dans la construction de certains appareils d'optique, tels que jumelles, microscopes, lunettes, pinces à tourmalines, etc.

PHOTOCHIMIE. — *Pierre Auger* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le rendement de la fluorescence dans le domaine des rayons X.**

L'auteur a montré (*C. R.*, 182, 1926, p. 773) que par la méthode de condensation on pouvait évaluer le rendement en rayons X caractéristiques des atomes excités par effet photo-électriques : les nombres donnés alors se rapportent au niveau K de l'argon et du Krypton. Dans ces nouvelles recherches, il étend les mesures au xénon ionisé dans ses niveaux K et L et il est amené à conclure que le rendement de fluorescence croît avec la fréquence des rayonnements correspondants, soit que l'on considère le même niveau dans différents éléments, soit qu'on étudie les niveaux successifs d'un même élément.

THERMOCHIMIE. — *R. de Forcrand.* — **Thermochimie de quelques alcoolates et sels thalleux.**

Le thallium et le sodium se comportent de façon très différente avec les dissolutions étendues d'un grand nombre d'alcools et d'acides, et que l'écart en faveur du sodium est à peu près constant et voisin de $+ 58^{Cal}81$ pour la réaction (*C. R.*, 182, 1926, p. 609) :

MH dissous + Tl (ou Na) = MTl dissous (ou MNa dissous) + H.

L'auteur montre aujourd'hui qu'il est possible de rapporter sous ces nombres à l'état solide ou liquide de MH et à l'état solide du composé, en utilisant : les chaleurs de fusion de l'éthanol et du méthanol; la chaleur de dissolution de l'alcool solide ou de l'acide solide et celle du dérivé thalleux solide; la chaleur de neutralisation en liqueurs aqueuses étendues; la chaleur de fusion de l'alcool ou de l'acide; la chaleur de dissolution du dérivé thalleux solide dans $\frac{SO^4H^2}{2}$ dissous; l'action de l'acide ou alcool dissous sur le sulfate neutre dissous.

CHIMIE PHYSIQUE. — *René Dubrisay* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Recherches sur l'adsorption.**

L'étude des phénomènes capillaires qui se manifestent à la surface de séparation de la benzine et des solutions de savon a conduit l'auteur à admettre que l'addition d'électrolytes, qui diminuent la solubilité du savon dans l'eau, doit augmenter la quantité de ce corps condensé par absorption à la surface de séparation des deux liquides. Faisant usage d'un dispositif expérimental employé par M. Lewis, puis par M. Donnan, il a cherché à vérifier cette hypothèse qui d'après les résultats qu'il expose, paraît justifiée.

— *P. Brun* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les propriétés des mélanges liquides ternaires.**

Poursuivant ses recherches sur la miscibilité des mélanges alcooliques ternaires, l'auteur a étudié comparativement les propriétés physiques des mélanges d'eau et l'alcool éthylique avec un troisième alcool entièrement miscible (propanol), très miscible (isobutanol), on peu miscible (alcool isoamylique).

Les résultats obtenus sont exposés au moyen de graphiques.

CHIMIE. — *N. Bezssonoff* (prés. par M. Roux). — **Préparation rapide de l'acide mono-molybdophosphotungstique réactif des polyphénols et des vitamines.**

On dissout dans 250 centimètres cubes d'eau distillée sur permanganate, 74 grammes de tungstate de soude, 8 grammes d'acide phosphomolybdique, 10 centimètres cubes d'acide ortho-phosphorique concentré ($d = 175$). D'autre part on obtient une solution acide en mélangeant 125 centimètres cubes de SO^4H^2, concentré à l'eau redistillée pour faire 250 centimètres cubes à 15° C. La première solution, portée à 45° C. environ, est additionnée goutte à goutte de 85 centimètres cubes de la solution acide. On laisse refroidir; après trois heures, la cristallisation est achevée. On décante et on lave les cristaux sur filtre par 50 centimètres cubes SO^4H^2 % en volume. On obtient ainsi environ 60 grammes de cristaux qu'on dissout dans 100 centimètres cubes d'eau redistillée chauffée à 45° C. environ, puis on précipite par 35 centimètres cubes SO^4H^2 à 50 % en volume, on lave par SO^4H^2 à 15 %.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault.* — **Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone.**

Cette Note est une rectification de l'interprétation de certains résultats publiés précédemment sur les dérivés à fonction éther-oxyde d'hydrate de cétone (*C. R.*, 180, 1925, p. 1944 et *C. R.*, 182, 1926, p. 785).

— *Mme P. Ramart* (trans. par M. Charles Moureu). —

Digitized by Google

Alcoylation des nitriles de la série grasse. Préparation des di et trialcoylacétonitriles.

En soudant par l'amidure de sodium les nitriles aliphatiques, Mme Ramart a pu préparer des di et trialcoylacétonitriles.

L'auteur démontre ainsi que les nitriles aliphatiques, traités par de l'amidure de sodium, donnent des dérivés sodés et que ceux-ci traités par les halogénures d'alcoyle sont transformés en nitriles α — alcoyles.

— *R. Marquis* (trans. par M. A. Béhal). — **Sur l'oxydation de l'acénaphtène.**

Parmi les produits de l'hydrogénation de l'acénaphtènequinone, les chimistes allemands signalent la présence de l'alcool, non encore décrit, correspondant à l'acénaphtène, l'acénaphténol. L'auteur a obtenu cet alcool en oxydant l'acénaphtène en solution acétique par le bioxyde de plomb, suivant une méthode qu'il indique.

L'acénaphténol cristallise dans l'alcool en petits prismes aplatis, fondant à 148°. Il donne une phényluréthane cristallisant dans l'alcool en lamelles fusibles à 137°.

MÉTALLURGIE. — *B. Bogitch* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **A propos de la granulation des scories et des métaux.**

La granulation à l'aide de l'air comprimé permet de réduire les dimensions du récipient de trempe et la hauteur de chute dans l'air tout en augmentant la sécurité. D'autre part, l'emploi de l'air comprimé donne la possibilité de tremper dans l'eau très chaude et d'y emmagasiner un nombre considérable de calories apportées par la scorie. Cette eau, à une température voisine de 100°, peut être utilisée pour l'alimentation des chaudières, le chauffage des locaux, etc.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *J.-H. Hoffet* (prés. par M. Émile Haug). — **Sur l'âge des calcaires de Creüe.**

La série des formes énumérées dans cette Note permet de compléter les données que l'on possédait sur la stratigraphie de cette partie de la Lorraine. La sédimentation vaseuse s'y est bien établie à l'Argovien, comme on le croyait, mais elle s'est poursuivie sans interruption, au moins jusqu'au Séquanien inférieur inclus, pendant que, latéralement se formaient, au Rauracien, l'Oolithe de Saint-Mihiel et, au Séquanien, l'Oolithe blanche. L'érosion a enlevé, à Creüe, les niveaux supérieurs au Séquanien et l'on ne peut savoir quel fut dans cette région privilégiée le régime de la sédimentation kiméridgienne.

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Lucien Mayet* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Examen anthropologique sommaire des Hommes fossiles de la Denise, près le Puy-en-Velay.**

Les Hommes fossiles de la Denise n'appartiennent pas au rameau de l'*Homo neanderthalensis*. Ils sont à rapporter à des individus de petite taille, 1 m. 56 à 1 m. 60, dolichocéphales, appartenant au rameau de l'*Homo sapiens* et représentant une mutation peut-être contemporaine des ossements humains du type de Cro-Magnon.

PALÉONTOLOGIE. — *F. Roman* (transm. par M. Depéret). — **Sur la découverte d'une faune de Mammifères de l'étage Pontien à Libros (province de Teruel, Espagne).**

La présence d'un *Hipparion*, de *Hyœna eximia*, espèces essentiellement pontiques et d'*Amphicyon pyrenaicus*, qui jusqu'ici n'a été trouvé que dans le Pontique de Cerdagne, viennent affirmer une fois de plus que la partie supérieure des assises de Libros appartiennent bien à cet étage et qu'elles sont le prolongement vers le Sud dans la vallée du Guadalaviar des marnes de Concud, si classiques par leur faune de Mammifères.

ÉCONOMIE RURALE. — *Edmond Sergent* et *H. Rougebief* (prés. par M. Roux). — **De l'antagonisme entre les drosophiles et les moisissures.**

La présence des drosophiles autour des raisins se montre défavorable à leur envahissement par les moisissures. Les drosophiles agissent directement du fait que leurs larves peuvent se nourrir de moisissures ; ils agissent surtout par les levures qu'ils déposent. Entre levures et moisissures une concurrence vitale semble s'établir. La pullulation des levures dans un milieu gêne les végétations mycéliennes et peut arriver à les supprimer.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Claude Fromageot* (prés. par M. G. Urbain). — **Potentiel d'oxydation-réduction de systèmes oxydants réversibles, et oxydation de molécules organiques par ces systèmes.**

Le fait qu'une molécule est oxydée ou non dépend beaucoup plus de la nature que du potentiel d'oxydation de l'oxydant qui agit sur elle. L'ordre d'oxydabilité de différentes molécules n'est pas le même vis-à-vis d'oxydants de natures différentes.

EMBRYOGÉNIE. — *H. Barthelemy* (prés. par M. Henneguy). — **Action du glycogène et du blanc de l'œuf de Poule sur les spermatozoïdes de la Grenouille rousse (*Rana fusca*).**

Non seulement le glycogène n'exerce pas d'action inhibitrice sur les spermatozoïdes de Grenouille rousse, mais à dose assez élevée (4,30 %) il semble favoriser leur vitalité. Jusqu'à la proportion des deux tiers du volume total, le blanc d'œuf de Poule favorise nettement la vitalité des spermatozoïdes.

La monospermie normale ne peut guère s'expliquer autrement que par la concentration saline du liquide périvitellin.

ZOOLOGIE. — *Robert Weill* (prés. par M. F. Mesnil). — **Une catégorie spéciale de nématocystes commune aux seuls Hybrides, Gymnoblastides et Siphonophores.**

Les nématocystes en question n'avaient été trouvés jusqu'ici que dans les différentes espèces d'Hydres. Schulze étudiant comparativement le cnidome, des différentes espèces de ce genre, les avait opposés aux pénétrantes et aux deux catégories de glutinantes sous le nom de volventes. Leur tube, en effet, lorsqu'il se dévagine dans des conditions normales, s'enroule toujours en une spire à tours très serrés. La présence exclusive de ces nématocystes dans les Hybrides, les Gymnoblastides et les Siphonophores semble être l'indice d'une parenté extrêmement étroite entre ces trois groupes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ch. Porcher* (prés. par M. L. Lindet). — **Action de la chaleur sur le complexe caséinate de la chaux + phosphate de chaux. — Plus grande sensibilité des micelles phosphatiques.**

Les caséinates neutres ou très voisins de la neutralité, même chauffés à 100° pendant 30 minutes, ne sont pas altérés, et si on les additionne colloïdalement de phosphate de chaux à la température ordinaire, on aboutit nécessairement à des complexes identiques au témoin. Avec les caséinates acides ($pH < 7$), on obtient, *a fortiori*, les mêmes résultats.

La plus grande sensibilité des micelles phosphatiques à la chaleur est la cause essentielle de l'altération du complexe, de sa mollesse ou de son impossibilité, selon la température à laquelle on l'a porté, à coaguler par la présure.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon*, *Max Courland* et *Mlle Renée Déjean* (prés. par M. d'Arsonval). — **Variations de la chronaxie dans les lésions de la rétine et du segment rétro-bulbaire du nerf optique.**

L'étude de la chronaxie des rétines pathologiques montre que l'excitation locale est exclusivement celle du neurone bipolaire, et que, par suite, à l'état normal, il y a bien *isochronisme* du neurone bipolaire et du neurone multipolaire. Rapprochée de l'examen ophtalmologique, l'étude de la chronaxie permet de localiser la lésion dans l'un ou

Digitized by Google

l'autre de ces deux neurones ou dans les cônes et bâtonnets. Elle permet de distinguer dès le début de l'amblyopie toxique, curable, de la névrite rétro-bulbaire, de pronostic beaucoup plus grave, et, par suite, de porter dès le début un pronostic exact. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. Émile Picard, Charles Lallemand et Léon Guillet ont été désignés pour représenter l'Académie au Congrès international du *Génie civil et de la Mécanique* qu'organise à Bruxelles pour les 23, 24, 25 et 26 juin prochain, à l'occasion du cinquantenaire de sa fondation, l'*Association des Ingénieurs sortis des Ecoles spéciales annexées à l'Université de Gand.*

— L'Académie a désigné son Bureau, composé de MM. Ch. Lallemand, président ; Ch. Barrois, vice-président ; Em. Picard et A. Lacroix, secrétaires perpétuels, pour faire partie du Comité de patronage qui s'organise en vue de l'apposition d'une plaque commémorative sur la maison natale et familiale de *Georges Gouy.*

M. P. Villard représentera l'Académie à l'inauguration de cette plaque.

Académie d'Agriculture. — Dans sa séance du 19 mai 1926, l'Académie a élu M. J.-H. Ricard, membre titulaire dans la Section d'Économie, Statistique et Législations agricoles.

Académie des Sciences bulgare. — La première pierre du nouveau bâtiment de l'Académie a été posée le 29 mai en présence du Roi Boris, de M. Liaptchef, président du Conseil, et de nombreuses personnalités. L'Académie a été fondée il y a soixante ans.

Le Jubilé scientifique du Professeur Charles Richet. — Sur l'initiative de la Société de Biologie, le jubilé scientifique du professeur Charles Richet a été célébré le 22 mai, dans l'Amphithéâtre de l'Académie de Médecine, sous la présidence de M. Painlevé, membre de l'Institut, entouré de nombreuses personnalités scientifiques. Prirent successivement la parole : M. Henneguy, au nom de la Société de Biologie ; M. Roger, doyen de la Faculté de Médecine ; M. Bar, président de l'Académie de Médecine ; le professeur Gley, au nom du Collège de France.

Après les discours et la lecture des adresses des délégués français et étrangers, le Maréchal Foch remit au professeur Richet les insignes de Grand Officier de la Légion d'Honneur et lui donna l'accolade.

M. Painlevé prit le dernier la parole pour glorifier la Science en la personne de M. Charles Richet, puis il lui remit son buste, exécuté par le sculpteur Landowski.

Enfin, le Maître se leva pour exprimer sa gratitude et dire son émotion profonde en présence des hommages dont il était l'objet, puis il évoqua les souvenirs des grands disparus, qui furent ses maîtres, et de tous les collaborateurs qui partagèrent ses travaux. « Le Savant, dit-il en terminant, doit se pencher sur ses microscopes et ses cornues, mais il doit aussi se pencher vers la Justice, la Patrie et l'Humanité. »

Société de Géographie. — L'Assemblée générale annuelle s'est réunie le 28 mai sous la présidence de M. Roume, Gouverneur général honoraire des Colonies, président de la Société.

M. Grandidier, secrétaire général, a communiqué à l'Assemblée le résultat des élections : Président : M. E. Roume ; Vice-Présidents : Dr J. Charcot, membre de l'Institut, et M. J. Bruhnes, professeur au Collège de France ; Secrétaire général : M. G. Grandidier ; Trésorier : M. W. d'Eichthal ; Scrutateurs : Dr Neveu-Lemaire et M. J. Bacot.

M. Merlin, Gouverneur général honoraire des Colonies et le Colonel Perrier, membre de l'Institut, sont élus membres de la Commission centrale en remplacement de MM. Cordier et Pavie, décédés.

La Société a décerné les Prix suivants, pour 1926 :

Médaille d'or de la Société de géographie, à l'Encyclopédie des Bouches-du-Rhône (1913-1925).

Médaille de vermeil de la Société de géographie, à M. Lutaud, pour son ouvrage « *La Provence cristalline* ».

Prix Herbet-Fournet (6.000 fr.), au professeur Brumpt, de l'Académie de médecine.

Prix d'océanographie (Jules Girard), au docteur R. Legendre, pour son œuvre « *La Concentration en ions hydrogène de l'eau de mer* ».

Prix Conrad Malte-Brun, au Colonel G. Gallard, en remerciements pour l'œuvre considérable du classement des collections de photographies qu'il a accomplie pour notre bibliothèque.

Prix Henri Duveyrier, à M. Henri Labouret, pour son *Ethnographie africaine.*

Prix Eugène Gallois, à la Librairie Larousse, pour ses publications géographiques.

Prix Bonaparte-Wyse, à M. Arrigoni, pour sa cartographie américaine.

Prix Francis Garnier, au Colonel Abadie, pour son ouvrage « *Les Races du Haut-Tonkin* ».

Prix Louise Bourbonnaud, à M. Albert Kammerer, ministre plénipotentiaire, pour son ouvrage « *Chypre-Petra* ».

Prix Alexandre de la Roquette, à M. George Binney, pour ses explorations au Spitzberg (1923-1924).

Prix Milne-Edwards, à Mme Gabrielle Vassal, pour son ouvrage « *Yunnan Fou et Congo français* ».

Prix Charles Maunoir, à M. Octave Collet, pour son ouvrage « *Terres et peuples de Sumatra* ».

Prix Eugène Potron (600 fr. et médaille de vermeil), à la Société de documentation industrielle de Strasbourg, pour sa cartographie économique.

Prix A. Molteni, à M. Henri Duval, pour son œuvre photographique.

Prix Armand Rousseau, à M. Collard, pour son ouvrage « *Cambodge et Cambodgiens* ».

Prix Henri de Bizemont, à M. Maurice Besson, pour son ouvrage « *Vieux papiers du temps des Isles* ».

Prix Alexandre Boutroue, à M. Roland Lebel, pour son œuvre « *L'Afrique occidentale dans la littérature française* ».

Prix Pierre-Félix Fournier (1.300 fr. et médaille spéciale), à M. Maurice Pardé, pour l'ensemble de ses travaux sur le régime du Rhône.

Fondation Aymar de Liedekerke-Beaufort (1.250 fr.) au R. P. Dhorme, pour ses travaux archéologiques en Palestine.

La séance s'est terminée par une Conférence du Dr Pellegrin, assistant au Muséum, sur son voyage au Maroc.

Société américaine de Géographie. — M. L. Gallois, professeur de Géographie et de Topographie à la Faculté des Lettres de Paris, vient de se voir décerner la Grande Médaille d'or de la Société américaine de Géographie ; il en est le troisième titulaire français. Les deux premiers sont M. de Margerie et le Dr J. Charcot.

Congrès géologique international. — Le XIVe Congrès géologique international s'est tenu à Madrid, du 24 au 31 mai. Le programme de cette session comportait une importante série d'excursions géologiques, tant dans l'intérieur de la Péninsule qu'aux Baléares, en Afrique du Nord et aux Canaries. Parmi les questions mises à l'ordre du jour figure, en première ligne, un problème d'un grand intérêt pratique :

Digitized by Google

l'évaluation des réserves mondiales de phosphates et de pyrites, ainsi que l'inventaire de ces richesses.

La géologie de la Méditerranée et celle de l'Afrique, les faunes cambrienne et silurienne, les foraminifères et les vertébrés tertiaires, les plissements hercyniens, les théories volcaniques, métallogéniques et géophysiques sont autant de sujets d'actualité soumis aux discussions des savants présents à Madrid. Ceux-ci comptaient non seulement des nationaux des pays ex-alliés ou neutres, mais aussi des Allemands, des Autrichiens et des Russes, nations qui n'étaient pas officiellement représentées au dernier Congrès géologique international qui s'est tenu à Bruxelles en 1922.

Fondation George Montefiore. — C'est en 1927 que doit se faire la prochaine attribution du Prix George Montefiore, décerné tous les trois ans au meilleur travail original sur les progrès scientifiques et sur les applications techniques dans le domaine de l'électricité.

Le prix, qui peut être divisé, se monte à 20.500 francs. Il est attribué par un jury international composé de 10 membres dont 5 sont des ingénieurs électriciens belges.

Les auteurs devront envoyer leurs travaux, avant le 30 avril 1927, au Secrétaire-Archiviste de la Fondation George Montefiore, 31, rue Saint-Gilles, Liège (*Nature*).

Services aéronautiques. — Les décrets des 25 avril 1922 et 17 décembre 1923 relatifs à la création de centres médicaux d'examen et d'études au Sous-Secrétariat de l'Aéronautique et des transports aériens, viennent d'être modifiés ainsi : (*J.-O.* Décret du 13 mai).

Art. 3. — Le service médical d'examen et d'études comprend :

Un centre principal au Bourget ;

Trois centres régionaux ;

Un centre réduit.

Les emplacements des centres d'examen et d'études régionaux et du centre réduit sont fixés par arrêté du sous-secrétaire d'État de l'aéronautique et des transports aériens.

Art. 4. — Ce fonctionnement des centres médicaux d'examen et d'études est assuré par les catégories de personnel ci-après :

Centre principal.

1 médecin, chef du centre principal.

4 médecins spécialistes.

1 opérateur radiographe mécanicien, faisant fonctions de secrétaire du centre.

Centre régional.

1 médecin, chef du centre régional.

3 médecins spécialistes.

Centre réduit.

3 médecins spécialistes, dont 1 faisant fonctions de chef du centre. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — La Société des Amis de l'Université, qui jusqu'ici s'était bornée à publier un Rapport annuel officiel, a inauguré cette année un périodique paraissant tous les deux mois, sous le titre : « *Annales de l'Université de Paris* », qui contiendra les Actes officiels de l'Université, les comptes rendus des séances solennelles, des articles des professeurs, la bibliographie de leurs travaux, la liste des thèses reçues avec mention et une chronique des événements principaux de la vie des Facultés et Instituts de l'Université. M. de Brady, secrétaire de l'Office des renseignements de l'Université, a été choisi comme secrétaire de la Rédaction du nouveau périodique.

M. Paul Lapie, le nouveau Recteur, inaugure ainsi sa charge par une publication qui intéressera un millier de professeurs et les 20.000 étudiants de l'Université et des Écoles de Paris.

— *Statistique des étudiants pour les* 1er *trimestres* 1925-1926

Faculté	des Sciences	1.695
—	de Médecine.....	2.991
—	de Pharmacie	752
—	des Lettres.....	2.252
—	de Droit	5.061
		12.751

Dans ces chiffres ne sont pas compris les Instituts, les Ecoles et les Cours des étrangers.

Faculté des Sciences. — Le Laboratoire de Géologie appliquée a été inauguré le 22 mai par M. Lamoureux, Ministre de l'Instruction publique. Des discours ont été prononcés par le professeur Léon Bertrand, directeur du Laboratoire, M. Pineau, directeur de l'Office national des combustibles liquides, M. Lapie, Recteur de l'Université et enfin par le Ministre de l'Instruction publique qui a souligné l'importance du rôle qu'était appelé à jouer le nouveau laboratoire.

— *Soutenance de thèse.* — Doctorat ès-sciences, 10 juin, M. Eyraud : « Les espaces métriques et les théories physico-géométriques .»

Muséum national d'Histoire naturelle. — M. Bridel, préparateur à la Faculté de Pharmacie de Paris, est nommé Professeur de Physique végétale, en remplacement de M. Maquenne, décédé.

Ecole Supérieure des Mines. — M. Frémont, chef des travaux pratiques, admis à faire valoir ses droits à la retraite, cessera ses fonctions le 1er juillet prochain.

— Les élèves sortis de l'Ecole Polytechnique (Français et étrangers internes) désirant entrer en octobre 1926 comme élèves titulaires à l'Ecole Nationale supérieure des Mines, dans les conditions prévues par les articles 23 et 24 du décret du 19 septembre 1919, modifié par le décret du 25 mars 1924, devront adresser leur demande d'admission au directeur de ladite Ecole, 60, boulevard Saint-Michel, à Paris (VIe), avant le 15 juillet 1926. A cette demande devra être joint le bulletin de sortie de l'Ecole Polytechnique faisant connaître le rang de sortie de l'élève et sa moyenne générale.

Le nombre des admissions à prononcer sera au maximum de quinze *(J. O.)*.

Institut national agronomique. — M. Diénert, ingénieur agronome, est nommé, après concours, Maître de Conférences de microbiologie, en remplacement de M. Kayser, admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Université de Dijon. — M. Mengaud, professeur au lycée de Toulouse, est nommé professeur de Minéralogie et de Géologie à la Faculté des Sciences, en remplacement de M. Chaput.

Université de Besançon. — Un concours s'ouvrira le 25 octobre prochain devant la Faculté de Pharmacie de Nancy pour l'emploi de professeur suppléant de Physique et de Chimie à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Besançon.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L'arrêté du 15 janvier 1926, fixant l'ouverture du concours au 23 juillet 1926, est rapporté.

Université de Grenoble. — L'institut Électrotechnique de Grenoble fait appel aux savants et aux industriels pour qu'il se crée une société des Amis de l'Institut électrotechnique qui puisse lui donner un appui moral et financier.

Il est inutile de rappeler ici les services que rend l'Institut de Grenoble à l'Industrie électrique. Depuis sa fondation, il n'a cessé de se développer, et d'augmenter ses services. Mais, malgré sa situation florissante son budget annuel, formé presque uniquement par les redevances scolaires, est susceptible de subir des fluctuations redoutables. Que quelques centaines d'industriels consentent à accorder

Digitized by Google

une subvention annuelle de 200 fr. et le fonctionnement de l'Institut sera assuré sans être à la merci d'une période de dépression industrielle, d'une diminution temporaire de la clientèle scolaire, ou de la surconcurrence d'établissements nouveaux. Il importe, pour que le diplôme d'ingénieur de l'Institut électrotechnique conserve toute sa valeur, que les industriels aient l'assurance que le niveau des études et la difficulté des examens ne peuvent pas être influencés par la nécessité de maintenir l'effectif des élèves à un taux déterminé. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Pour comprendre le ciel et l'atmosphère, par J. Rouch, capitaine de corvette, professeur à l'École navale de Brest. In-12 de 352 pages avec 340 figures et 17 planches dont 4 en couleurs. (*Bibliothèque du Tourisme*) Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 20 fr.

Le titre seul de l'ouvrage indique le but qu'a voulu atteindre le Commandant Rouch : montrer aux touristes (et, aussi, à ceux qui ne le sont pas) les observations que tout le monde peut faire sans avoir des connaissances particulièrement étendues en astronomie ou en météorologie. « Les problèmes d'orientation, dit l'auteur, la mesure de l'heure, la reconnaissance des constellations, les heures des levers et des couchers des astres, les données sur le climat, la prévision du temps sont autant de questions pratiques, qui entrent presque obligatoirement dans le bagage scientifique du voyageur. » J'ajouterai que si le voyageur ne possède pas ses connaissances dans son bagage, il les acquérera facilement en lisant le livre de M. Rouch ; les lecteurs de la *Revue Scientifique* sont, du reste, familiarisés depuis longtemps avec son style si clair et, disons même, si séduisant comme ils ont pu en juger par la lecture de ses ouvrages antérieurs, notamment le *Pôle Sud* et le *Pôle Nord*.

Pour comprendre le Ciel et l'Atmosphère est divisé en deux parties :

1° Le Ciel où l'auteur traite de l'aspect général du ciel, les Constellations, la Terre, le Soleil, la Mesure du Temps, la Lune, les Éclipses de Lune, les Planètes et les Comètes ; un dernier chapitre, « Comment observer les astres », donne les renseignements indispensables pour l'usage des instruments dont peut se munir le touriste.

2° L'Atmosphère. Cette 2e partie, exclusivement consacrée à la Météorologie, comprend : la composition chimique de l'atmosphère, la température, la pression barométrique, le vent, l'humidité atmosphérique, les précipitations, les phénomènes optiques et les phénomènes électriques de l'Atmosphère, la prévision du temps, les phénomènes magnétiques.

L'ouvrage se termine par des Tableaux sur la Prévision du Temps dans l'Est et sur les Côtes Ouest de la France.

Le Commandant Rouch nous donne un excellent livre d'initiation dont la lecture attrayante pourra créer des vocations. L. Fr.

Carburation et carburateurs, par Léon Poincaré, ingénieur de l'Aéronautique et du Génie maritime. 1 volume de 284 pages avec 80 figures. (*Encyclopédie Léauté.*) Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, à Paris. — Prix : 22 fr.

Voici une analyse très consciencieuse des rôles qui incombent au carburateur d'un moteur à explosions ; une étude des principaux organes et surtout des principes sur lesquels sont construits les carburateurs automatiques. Cet exposé très clair d'une question complexe sera lu avec intérêt par tous ceux qui tentent d'améliorer les conditions de fonctionnement de cet engin.

Dans la dernière partie du livre se trouvent : des généralités sur le montage des carburateurs sur les moteurs, les applications à l'automobile et à la navigation aérienne et quelques notions sur la mise au point d'un carburateur ; notions qui auraient pu être plus complètes si M. Léon Poincaré s'était servi, davantage, de l'expérience qu'il a acquise en dirigeant de nombreux essais à Chalais-Meudon. L'auteur publie, en dernière page, un abaque destiné à la correction des résultats d'essais pour les rendre comparables ; cet abaque n'a pas la prétention d'être absolument rigoureux, mais peut-être gagnerait-il à être complété par un autre, tenant compte de l'état hygrométrique de l'air dont les variations sont assez sensibles dans la carburation. Cela sera pour une prochaine édition, car nous souhaitons que ce livre soit aussi répandu qu'il le mérite. Edmond Marcotte.

Perfumes, cosmetics and soaps, par W.-A. Poucher. — *Deuxième édition*. Deux in-8° de 314-422 pages avec 24-60 figures et photographies. Chapman and Hall Ltd. éditeurs, 11, Henrietta Street, London W.C.2. — Prix : 16 et 21 Shillings.

Le succès de cet excellent ouvrage a été tel que sa première édition, qui comportait 462 pages avec 65 figures, a été épuisée en moins de deux ans. La seconde, que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs a été l'objet de telles améliorations qu'elle forme deux volumes remarquablement bien édités qui, ensemble, ne comptent pas moins de 736 pages avec 84 illustrations. C'est presque un livre nouveau qui est appelé à rendre de réels services aux chimistes, industriels, pharmaciens, médecins et hygiénistes qui s'intéressent à l'industrie des parfums aussi bien naturels que synthétiques.

Le premier volume constitue un véritable dictionnaire des matières premières, le second est un bon traité pratique de parfumerie, fort bien documenté et parfaitement au courant des récents progrès de la science et de la technique. Indépendamment de ce qui concerne la fabrication des parfums on y trouve tous les renseignements utiles sur la préparation des savons de toilette, des tales parfumés, des tablettes de cachou, des encens et des produits pour brûle-parfums, des sels pour bains, des dentifrices, des cosmétiques, crèmes, fards, sels volatils, poudres de toilette, etc... De nombreuses formules seront particulièrement appréciées des débutants dont elles guideront les premiers essais en leur évitant bien des tâtonnements, toujours coûteux en raison du prix élevé qu'atteignent actuellement certaines matières premières.

Enfin, nous ajouterons qu'en parcourant cet ouvrage, les lecteurs français prendront plaisir à constater le soin avec lequel l'auteur y a mis en évidence les importants progrès que nos savants et nos industriels ont apportés à l'industrie des parfums. A. Berthelot.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 12 — 64e ANNÉE — 26 JUIN 1926

LA NOUVELLE CARTE DE FRANCE

Nous ne possédons qu'une seule carte topographique s'étendant à tout le territoire français, qui soit appuyée sur des levés réguliers exécutés sur le terrain. C'est celle que nous désignons communément sous le nom de carte d'État-Major, publiée en noir à l'échelle du 80.000e. Toutes les autres cartes topographiques de la France en sont dérivées.

Cette carte est issue des travaux d'une grande Commission, instituée en 1817 sous la présidence de Laplace. Malheureusement, faute surtout de crédits suffisants, mais aussi de collaboration suivie entre le Dépôt de la Guerre, chargé de la carte, et le Service du Cadastre, la conception première de la Commission fut abandonnée. Au lieu d'une carte au 50.000e, satisfaisant aux besoins de tous les Services publics, dérivée de levés au 10.000e, on confia au Dépôt de la Guerre l'exécution d'une carte au 80.000e, de caractère surtout militaire et administratif, dérivée de levés dont la grande majorité (1) ont été exécutés au 40.000e.

Aussi portons-nous aujourd'hui la peine de n'avoir pas réalisé l'idée primitive de la Commission de 1817. L'insuffisance de notre carte est reconnue. Elle ne satisfait pleinement ni les Services publics, ni les entreprises privées, ni les particuliers. Il convient de lui substituer des documents plus modernes, plus à la hauteur des exigences d'aujourd'hui. On peut dire que sur ce point, il y a unanimité depuis une quarantaine d'années.

Depuis près de trente ans, ce vœu s'est précisé. Ce que tous désirent, c'est d'abord une carte à plus grande échelle (le 50.000e est généralement admis), en couleurs, avec figuré du terrain en courbes, établie d'après des levés au 10.000e ou au 20.000e, autrement précis que les anciens levés de la carte d'État-Major. C'est ensuite la publication de ces levés même, devenus ainsi accessibles à tous. En somme on revient au vaste projet primitif de 1817, en le compliquant encore par la publication des levés et en employant les procédés d'impression modernes.

Dès lors comment l'œuvre nouvelle, dont la nécessité ne fait de doute pour personne, n'est-elle pas depuis assez longtemps déjà en bonne voie, entreprise sur un plan d'ensemble bien étudié qui permette de la mener à coup sûr à bonne fin? Quel mauvais sort s'y attache?

Il faut en rechercher les raisons, en premier lieu, dans l'importance des moyens à mettre en œuvre; en second lieu, et surtout, il faut bien l'avouer, dans le manque d'entente entre les différents Services publics intéressés à l'exécution d'une nouvelle carte, dans le défaut de continuité des idées et de largeur de vues qui a caractérisé quelques tentatives de réalisation.

L'importance des moyens à mettre en œuvre, que soupçonnent peu de gens, en dehors des spécialistes avertis, se mesure aisément, si l'on veut bien réfléchir à ceux qu'a déjà exigés dans le passé cette carte au 80.000e dont le remplacement s'impose. Bien que les premiers travaux expressément effectués en vue de la carte ne remontent pas au delà de 1817, le canevas géodésique utilisé comprend un bon nombre de travaux antérieurs, de sorte que

(1) 253 feuilles sur 273.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

l'exécution de la carte a duré en somme depuis les premières opérations de Delambre sur la Méridienne de Paris, en 1792, jusqu'à l'apparition de la dernière feuille, en 1881, soit 89 ans. La triangulation du Dépôt de la Guerre, dite des *Ingénieurs-Géographes* (1), sur laquelle s'appuyèrent les levés, poussée activement à partir de 1818, n'a été terminée qu'en 1863. Si l'on fait le relevé des détachements employés à cette triangulation, durant six mois environ chaque année sur le terrain, pendant la belle saison, on n'en trouve pas moins de 413, ce qui équivaut au travail d'un seul détachement pendant 2.478 mois ! Ces quelques nombres indiquent suffisamment la longueur et les difficultés de l'œuvre.

Or nous demandons aujourd'hui une triangulation plus serrée et plus précise, et tandis que les levés de la carte d'État-Major, où le figuré du terrain est souvent bien défectueux, ont été presque tous exécutés au 40.000e, nous voulons maintenant des levés de précision au 10.000e pour la majeure partie du territoire (au 20.000e seulement en montagne), couvrant donc une superficie de papier le plus souvent seize fois plus forte que les anciens. Qu'on réfléchisse en plus à l'augmentation du prix de toutes choses, surtout depuis la dernière guerre (soldes, traitements et indemnités du personnel militaire et civil, constructions de signaux, instruments, impressions, papier, etc.), on se rendra aisément compte que l'exécution de la nouvelle carte de France implique un personnel encore plus nombreux et un effort financier bien plus considérable que celle de la carte au 80.000e ; si l'on n'y applique les moyens nécessaires, la nouvelle carte est exposée à n'être terminée que dans plusieurs siècles.

(1) Due aux Ingénieurs-Géographes (Corps supprimé en 1831), puis aux officiers du Corps d'État-Major.

Ainsi est vouée à l'avortement toute tentative de réalisation au rabais, mais aussi toute entreprise qui ne serait pas conduite en persévérant dans les mêmes méthodes d'exécution, bien étudiées dès le début et pour ainsi dire industrialisées le plus possible. Dans l'un comme dans l'autre cas, manque de moyens ou changements continuels de direction, la conclusion de l'œuvre exigerait des délais inadmissibles.

Mais les besoins à satisfaire sont impérieux. De plus, au cours d'une si longue période de réalisation, les procédés à mettre en œuvre se modifieraient dans le sens du progrès et au moment de l'apparition des dernières feuilles, les premières risqueraient d'être aussi surannées que le sont pour nous celles de la carte de Cassini. Il faut travailler pour nous-même et non pour nos petits-neveux, aboutir au plus tôt, se fixer quelques dizaines d'années comme durée de l'œuvre et au plus tôt passer à l'exécution en employant chaque année à la nouvelle carte de France, telle que nous la concevons aujourd'hui, le personnel et les crédits nécessaires, calculés d'après la durée totale prévue.

D'ailleurs un autre problème de la plus haute importance se pose depuis aussi longtemps que celui de la nouvelle carte, et tous deux sont étroitement liés : la réfection des documents topographiques du cadastre (fig. 216 et 217) (1).

Le cadastre a trois objets : le premier fiscal, la fixation des impôts fonciers ; le second juridique la constitution d'un véritable état civil de la propriété foncière donnant toute garantie aux transactions ; le troisième topographique, la représentation aussi fidèle que possible du territoire avec tous les détails intéressant la propriété, notamment les limites des parcelles.

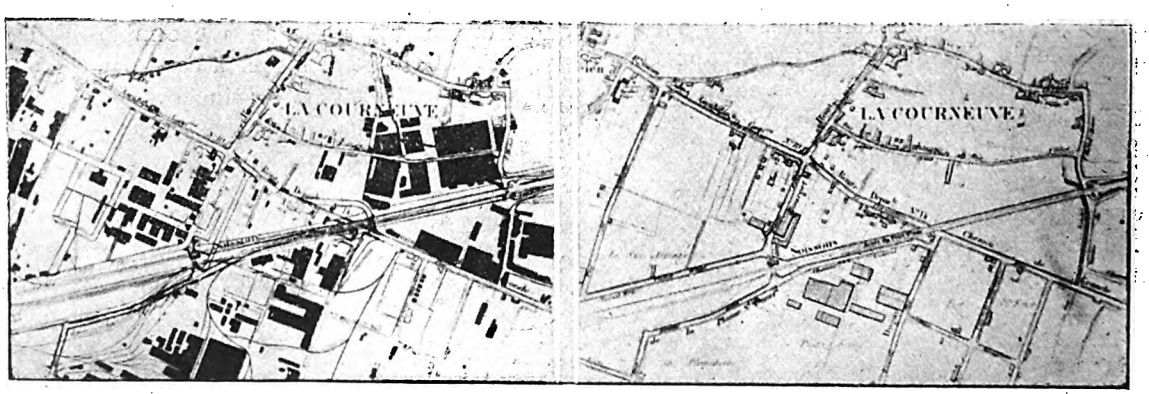


Fig. 216. — *La Courneuve.* A droite, ancien plan cadastral. A gauche, plan mis à jour par la photographie aérienne.

(1) Les figures 216 et 217 se rapportent à des travaux exécutés par la *Compagnie aérienne française.*

Digitized by Google

Les documents topographiques essentiels du cadastre sont les plans *parcellaires*, en général à l'échelle du 2.000e, auxquels s'ajoutent les *tableaux d'assemblage*, le plus souvent un par commune, à l'échelle du 5.000e ou du 10.000e.

On conçoit immédiatement combien l'établissement préliminaire d'une triangulation régulière, indispensable pour servir de canevas à la carte, est aussi de nature à faciliter les opérations du

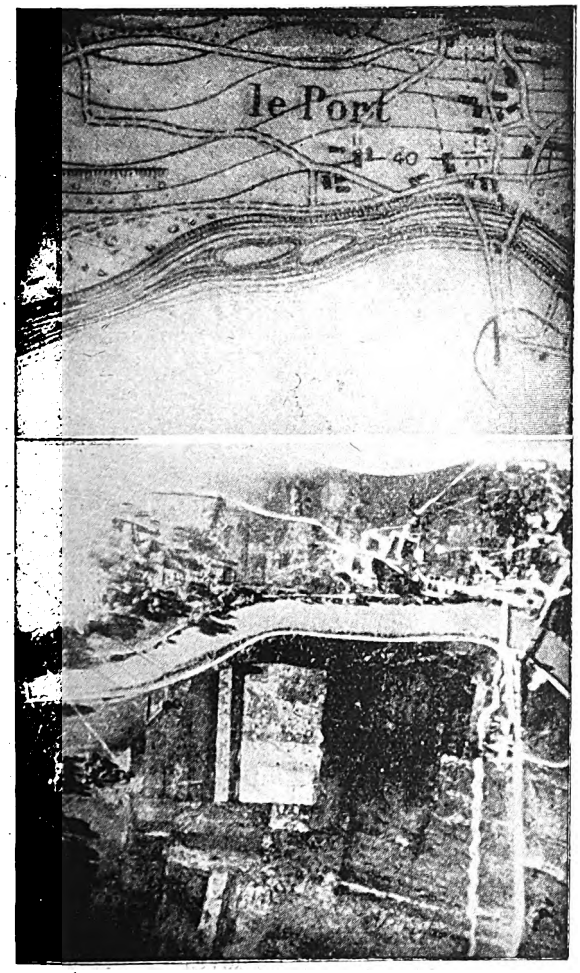


Fig. 217. — *Le Port.*
En haut, ancien plan cadastral.
En bas, photographie aérienne prise récemment.
Les figures 216 et 217 montrent que souvent les anciens plans n'ont plus aucune valeur.

cadastre, et inversement de quel puissant secours peuvent être les documents topographiques du cadastre pour l'établissement de la planimétrie de la carte.

En effet, les géomètres du cadastre sont évidemment dans la nécessité d'asseoir leurs cheminements et leurs levés sur un réseau de points trigonométriques préalablement bien déterminés. S'ils ne peuvent, pour fixer ceux-ci, s'appuyer sur une triangulation générale du territoire, préalablement exécutée par des moyens dont ils ne disposent point, ils en seront réduits à procéder, pour chaque commune ou pour un ensemble de quelques communes à peine, aux opérations délicates qui sont indispensables à l'établissement de tout réseau trigonométrique : mesure d'une base, mesure d'un azimut, etc. ; cette manière d'opérer n'est qu'un regrettable expédient. De plus les divers plans cadastraux présenteront alors sur leurs limites des discordances gênantes et ne pourront être assemblés.

Imaginons au contraire le territoire couvert d'une triangulation régulière générale, comprenant des points d'importance décroissante ou, pour employer la terminologie habituelle, des points de premier, deuxième et troisième ordres, ces derniers étant les plus nombreux et atteignant une densité suffisante. Les géomètres du cadastre pourront s'appuyer immédiatement sur eux pour effectuer la triangulation de détail du territoire de n'importe quelle commune et leur tâche sera singulièrement facilitée.

Supposons en plus leurs levés établis dans un système unique de projection ou tout au moins, si le territoire est très étendu, dans un nombre aussi restreint que possible de systèmes. La planimétrie de la carte pourra s'obtenir par seule réduction de ces levés.

La question de la carte est donc inséparable de celle du cadastre. Si les deux Services chargés de leur établissement s'entendent entre eux, cette communauté de vues aura comme conséquence une économie de personnel, de temps et d'argent, les résultats seront vraisemblablement excellents et homogènes. Si les deux Services s'ignorent, il y aura dispersion des efforts, mauvais emploi du personnel, gaspillage de temps et d'argent, pour aboutir à des résultats de nature à ne contenter personne.

Or, qu'est-il arrivé jusqu'à présent? Les travaux du cadastre actuel, lors de son établissement, ont-ils marché parallèlement avec ceux de la carte d'État-Major? La liaison intime nécessaire entre eux a-t-elle été réalisée dès l'origine et conservée ensuite? Nullement. Nous avons indiqué plus haut quelle a été la progression des travaux de la carte, activement poussés dès 1818. Or, à cette époque, il y avait déjà vingt-huit ans que ceux du cadastre se poursuivaient avec des vicissitudes étonnantes et des changements de direction continuels.

Dans son décret de 1790, l'Assemblée Constituante s'était contentée d'un cadastre établi par masses de culture, avec répartition de l'impôt d'après les déclarations des propriétaires. Après qu'on eût dépensé pendant des années nombre de

Digitized by Google

millions, les défauts d'une pareille solution conduisirent en 1807 une Commission, présidée par Delambre, à décider l'exécution d'*un cadastre parcellaire appuyé sur la triangulation générale du territoire ;* mais bientôt ce principe excellent fut délaissé et les travaux du cadastre, poursuivis avec lenteur, jusqu'à leur conclusion en 1845, ne tirèrent aucun secours de la triangulation des Ingénieurs-Géographes du Dépôt de la Guerre.

Au moment où, dix ans après la réunion de la Commission de 1807, celle de 1817 posa les principes devant présider à l'établissement de la carte topographique générale du Royaume, elle aperçut très nettement tout le profit que les topographes du Dépôt pouvaient retirer de l'utilisation des plans cadastraux, si ceux-ci étaient rattachés à la triangulation générale. Il fut décidé que ces plans seraient communiqués au Dépôt de la Guerre, mais en fait, il n'y eut aucune entente suivie entre l'Administration du Cadastre et le Dépôt. Ces deux Services opéraient chaque année à leur guise dans des régions différentes et suivant des ordres d'urgence différents. Jusqu'en 1827 les Ingénieurs-Géographes, livrés à leurs propres forces, durent lever toute la planimétrie de la carte et par la suite les documents cadastraux leur firent le plus souvent défaut.

Depuis longtemps, le cadastre actuel ne donne pas plus satisfaction que la carte d'État-Major. A l'époque de son établissement, le but juridique a été complètement laissé de côté. De plus, aucune mesure n'a été prise pour la tenue à jour (conservation) des plans et des tableaux d'assemblage. On imagine ce que peuvent valoir aujourd'hui ces documents, vieux d'un siècle en moyenne sinon de cent vingt ans.

A partir du jour où la carte d'État-Major et le cadastre actuel ont été tous deux condamnés, les leçons du passé nous ont-elles au moins servi? Les deux questions d'une nouvelle carte et d'un nouveau cadastre ont-elles été examinées concurremment? Qu'a-t-on fait pour les appuyer tous deux sur une triangulation nouvelle du territoire, celle des Ingénieurs-Géographes étant manifestement surannée? Le Service géographique, héritier du Dépôt de la Guerre, fournit-il aux géomètres d'un nouveau cadastre les coordonnées de leurs points trigonométriques de départ, profite-t-il en retour de leurs levés pour la planimétrie d'une nouvelle carte?

Les réponses à ces questions ne sont que trop claires, même si l'on se contente de résumer brièvement les étapes parcourues depuis quarante ans dans la voie de l'établissement d'une nouvelle carte et d'un nouveau cadastre :

1881. — La dernière feuille de la carte d'État-Major au 80.000e est à peine publiée que le général Farre, ministre de la Guerre, prescrit l'établissement d'une nouvelle carte au 50.000e en cinq couleurs, d'après les anciens levés revisés.

1884. — Après gravure et publication de soixante-quinze feuilles de cette carte, on cesse de s'en occuper, le général Campenon, nouveau ministre de la Guerre, n'en étant point partisan.

Jusqu'alors il ne s'était agi, en somme, que d'utiliser en les revisant et en les publiant sous une forme nouvelle (au 50.000e et en couleurs), les anciens levés de la carte d'État-Major, solution simple, mais insuffisante.

1890. — L'année 1890 est marquée par un événement important : la création, sous la présidence du chef d'État-Major général de l'Armée, d'une *Commission centrale des Travaux géographiques*, comprenant des représentants des Départements de la Guerre, des Affaires étrangères, de l'Intérieur, des Finances, de la Marine, de l'Instruction publique, des Travaux publics, du Commerce et de l'Industrie, de l'Agriculture et des Colonies. Cette Commission est chargée surtout d'éviter les doubles emplois, en prenant connaissance de tous les projets de levés et de cartes à exécuter aux frais de l'État. Elle tient trois séances, pour se reposer ensuite durant sept ans.

1891. — Une grande *Commission extraparlementaire du Cadastre* est constituée pour étudier le problème du nouveau cadastre. Ses délibérations vont se poursuivre pendant une douzaine d'années et remplissent plusieurs gros volumes.

1897. — Le Service géographique propose à la Commission centrale des Travaux géographiques la publication d'une carte au 50.000e en couleurs, encore dérivée du 80.000e, nouvelle tentative analogue à celle du général Farre, seize ans auparavant. La Commission repousse avec raison cette proposition et exprime le vœu qu'il soit procédé le plus tôt possible à l'exécution d'une carte *entièrement nouvelle*, tirée de levés de précision à grande échelle. Ce principe fermement posé, la Commission centrale des Travaux géographiques va continuer à se préoccuper de la carte pendant quatre ans environ, mais sans aucune liaison réelle avec la Commission extraparlementaire du Cadastre ; toutefois un projet d'une Sous-Commission d'Études prévoit le 18 mai 1897 que les nouveaux plans cadastraux devront fournir la planimétrie de la carte.

1898. — En attendant le vote problématique d'une série de projets de loi issus des délibérations de la Commission extraparlementaire du Cadastre, une loi du 17 mars 1898 décide : 1° que toute commune cadastrée depuis plus de trente ans aura la faculté de faire procéder à la réfection de ses plans,

Digitized by Google

avec le concours financier de l'État et de son département; 2° que la réfection sera précédée d'une délimitation juridique des propriétés, avec bornage, obligatoire pour le domaine public, faculceux du cadastre et mis à sa disposition par le ministre des Finances; il espère poursuivre avec rapidité la réfection de la triangulation, déjà commencée en fait par celle de la Méridienne de Paris,

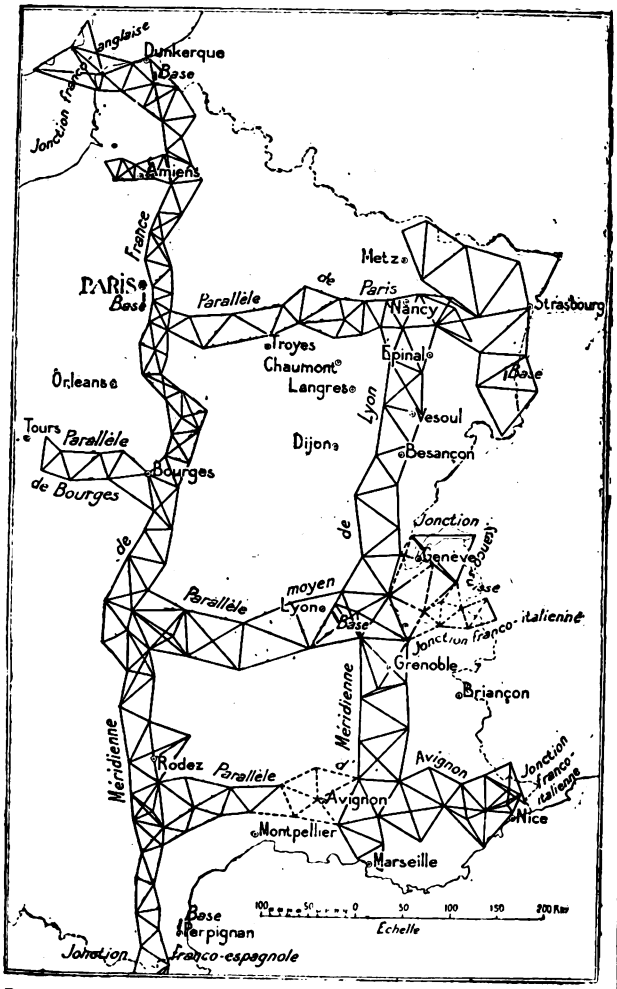


Fig. 218. — *Nouvelle triangulation française — Chaînes primordiales. Etat au 2 août 1914.*

Sont représentées sur cette figure : la nouvelle Méridienne de France ou Méridienne de Paris (1870-1892), les diverses chaînes méridiennes ou parallèles exécutées ou entreprises de 1898 à 1914, enfin la triangulation moderne de 1er ordre des départements aujourd'hui désannexés, exécutée par la *Landes-Aufnahme* dès 1876, actuellement incorporée au réseau français.

Depuis 1914, la jonction franco-italienne en Savoie reste inachevée. Les observations du Parallèle d'Avignon ont été terminées en 1924, avec mesure d'une base à Salon (Bouches-du-Rhône). Mais cette légère avance n'est rien en regard de la nécessité d'une réfection à peu près totale de la Méridienne de France, de l'Oise à Dunkerque, en raison des destructions du fait de la guerre, et de l'urgence, pour le même motif, de la réfection totale des triangulations de tous ordres dans les Régions libérées. Ces deux opérations ont été commencées en 1921, mais, à la vitesse en cours, elles dureront encore un nombre notable d'années.

tative pour les particuliers; 3° que les nouveaux plans cadastraux seront appuyés sur la triangulation générale de la France revisée et complétée et qu'ils seront désormais tenus à jour.

Dès lors le Service géographique de l'Armée voit ses ressources s'augmenter de crédits prélevés sur

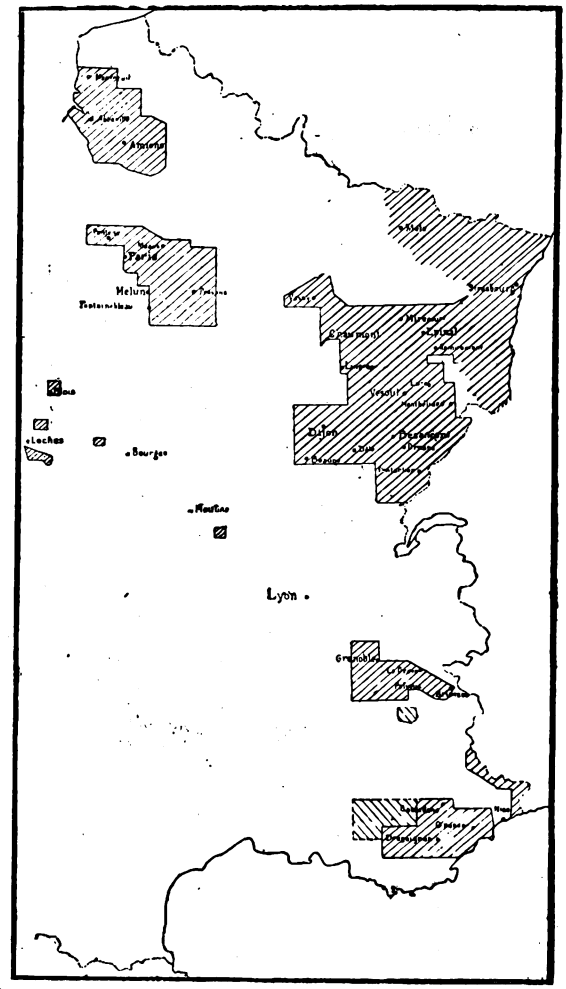


Fig. — 219. — *Nouvelle triangulation française. Triangulation de détail (1er ordre complémentaire, 2me et 3me ordres Etat au 2 août 1914.*

Ces triangulations de détail, exécutées de 1898 à 1907 d'après les désiderata du Service du Cadastre, puis pour servir de canevas au 50.000e et par feuilles de cette carte, portaient au début de la guerre, sur 21 départements, triangulés en totalité ou en partie. Depuis la guerre, une bonne partie du travail est à reprendre dans la Somme.

Les départements aujourd'hui désannexés ont été entièrement couverts, par la *Landes-Aufnahme*, à partir de 1876, d'une triangulation moderne actuellement incorporée au réseau français.

Depuis 1921, quelques régions de très faible étendue, insignifiantes par rapport à la totalité du territoire, ont été triangulées dans le Pas-de-Calais, la Somme, l'Aisne, l'Oise.

qui vient d'être revisée de 1870 à 1892 dans un but d'abord purement scientifique. Ce Service proclame lui-même cette réfection générale aussi indispensable pour la carte que pour le cadastre (1) (fig. 218 et 219.

(1) « Ce travail présente pour lui (le Service géographique) une importance capitale et ne se rattache pas exclusivement à la réfection du cadastre. La Commission centrale des Travaux géographiques a, en effet, dans sa séance du 18 mai

Digitized by Google

1899. — Une feuille spécimen de la nouvelle carte au 50.000e, établie par le Service géographique de l'Armée, est présentée à la Commission centrale des Travaux géographiques.

en trente années au prix d'une dépense maximum de vingt-quatre millions. Mais la réponse du ministre des Finances est défavorable !

Le Service géographique ne peut alors que s'ef-

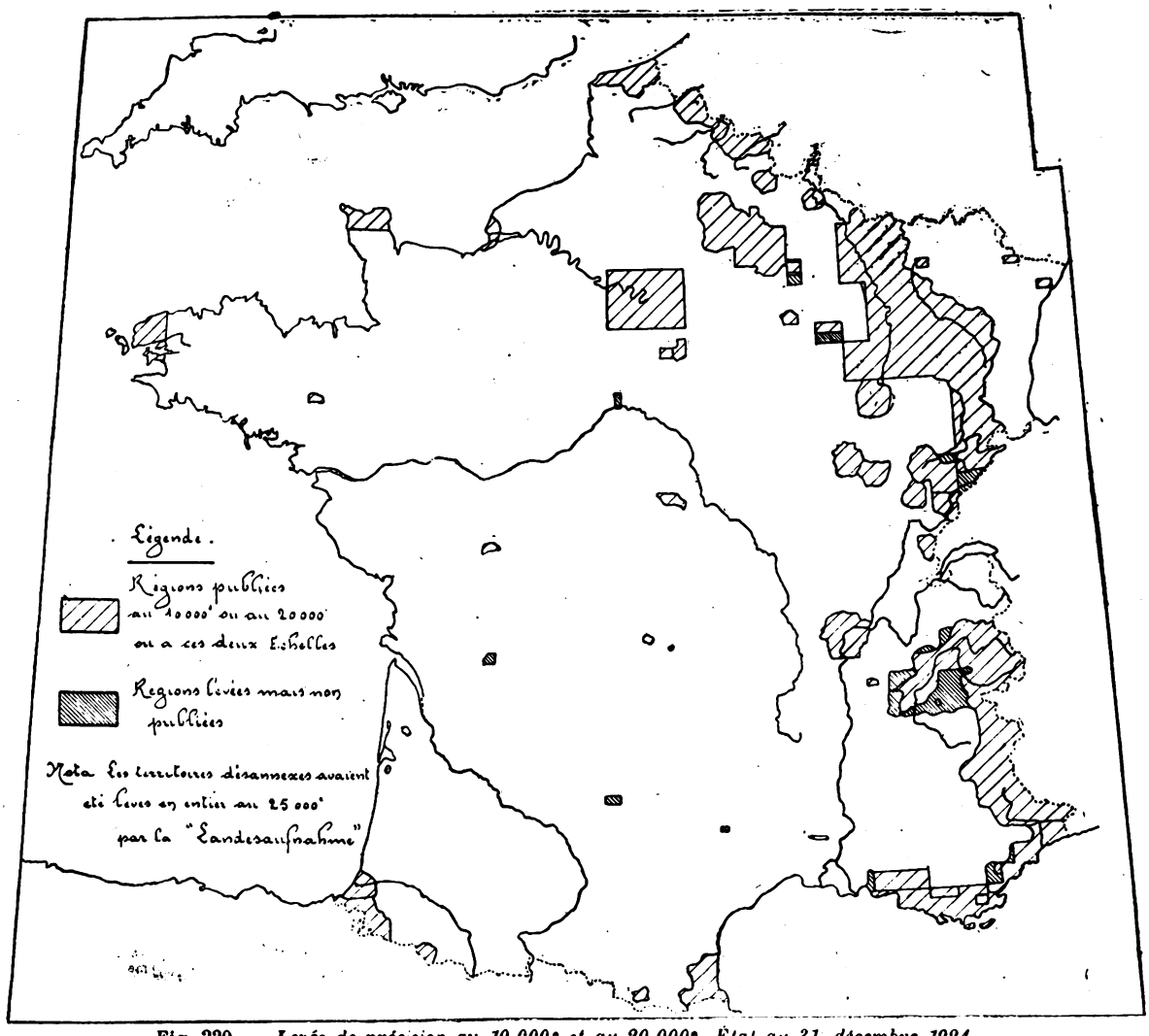


Fig. 220. — *Levés de précision au 10.000e et au 20.000e. État au 31 décembre 1924.*
Bien qu'une certaine extension ait été donnée dans ces 25 dernières années aux levés de précision à partir de 1900, lorsque la nouvelle carte au 50.000e a été entreprise, il reste encore, comme le montre cette figure, un effort considérable à faire avant que tout le territoire ne soit levé. D'autres pays sont très en avance sur nous sous ce rapport, l'Allemagne par exemple, dont le territoire est levé en entier au 25.000e.
Les *plans directeurs* de guerre établis aux grandes échelles n'ont qu'une valeur toute relative dans toutes les régions du Nord-Est qui n'avaient pas fait l'objet de levés réguliers, ayant été établis par des moyens de fortune (agrandissement des anciennes minutes du 80.000e, levés isolés, photographies aériennes rapidement restituées, etc....)

1901. — La question du cadastre semble résolue. Pour résoudre celle de la carte, un projet de loi est soumis le 9 avril 1901 par le ministre de la Guerre à l'approbation du ministre des Finances ; ce projet prévit l'exécution de la nouvelle carte

forcer de sauver au moins le principe de la carte en continuant péniblement les levés à grande échelle et en publiant chaque année quelques feuilles au 50.000e, trois en moyenne ; c'est tout ce qu'il peut faire. Ces feuilles sont parmi les plus belles productions de la Cartographie moderne, mais la carte doit en comprendre près d'un millier...

1907. — Brusquement, le Parlement supprime dans la loi des finances les crédits affectés à la triangulation au titre du cadastre ; de plus le Ministère des Finances décapite le Service du

1897, émis le vœu qu'il soit procédé le plus tôt possible à l'exécution d'une carte de la France à grande échelle et la revision de la triangulation forme le premier échelon des opérations que nécessiterait cette grande entreprise. » (*Rapport sur les travaux exécutés par le Service géographique de l'Armée en 1898, page 3.*)

Digitized by Google

nouveau Cadastre, qui faisait déjà preuve d'une extrême vitalité, en dispersant ses employés au moment où leur instruction était achevée et où on pouvait en espérer un excellent rendement. De ce « sabotage administratif », pour reprendre l'expression de M. Boudenoot à la tribune du Sénat, en cours (250 à 300 ans). Abandonnant en fait encore une fois le principe d'une carte *générale* du territoire utile à tous les Services publics, et laissant prédominer le point de vue *militaire*, elle limite la zone à publier aux régions frontières du Nord-Est, de l'Est et du Sud-Est. De plus pour faciliter

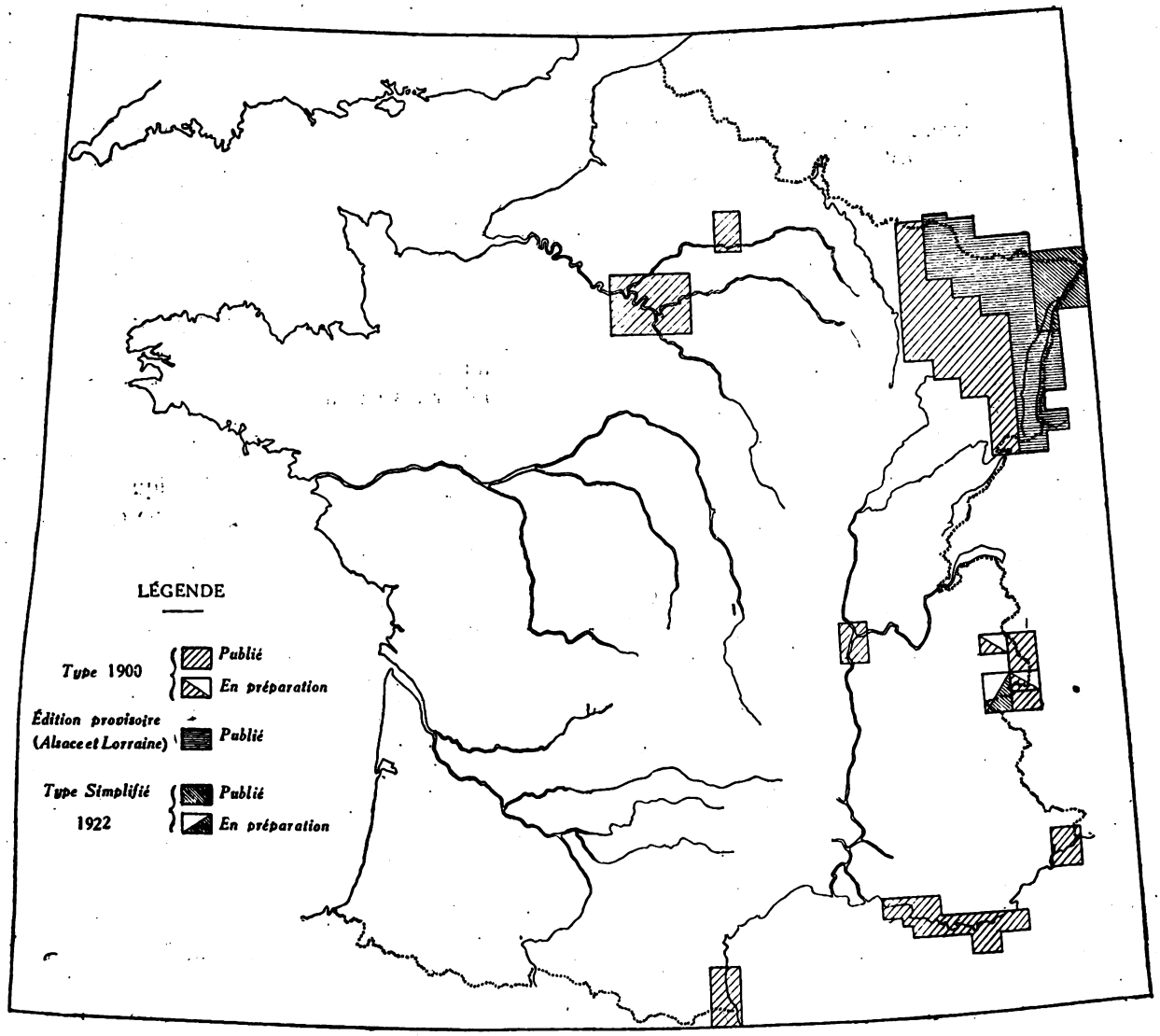


Fig. 221. — *Nouvelle carte de France au 50.000e — État de la publication au 31 décembre 1924.*
Cet état est évidemment fonction de l'état d'avancement des levés (voir figure 220).
Une édition provisoire des 33 feuilles prévues pour les départements désannexés a été rapidement établie après la guerre, d'après les levés allemands au 25.000e. Une douzaine de ces feuilles sont actuellement en réfection, après révision sur le terrain.
Bilan des travaux de 1900 à 1925 (abstraction faite des 33 feuilles ci-dessus) : sur un millier de feuilles, 53 feuilles publiées, 4 en préparation. Durée de la publication à cette vitesse : cinq siècles.

il résulte qu'à l'heure actuelle la loi de 1898 a fait complètement faillite et qu'un nombre infime de communes (environ 100 sur 36.000) ont eu leur cadastre refait sous le régime de cette loi.

1912. — La Commission centrale des Travaux géographiques, qui avait sommeillé depuis une dizaine d'années, se réunit, justement préoccupée des délais qu'exigera la carte au 50.000e à la vitesse l'impression, sur dix planches nécessaires au tirage de chaque feuille de la carte, elle en supprime trois (deux planches de cultures et une planche d'estompage).

1914. — Au 2 août 1914, quarante-deux feuilles de la carte sont publiées.

Ainsi à la veille de la guerre, tant d'efforts accumulés depuis 1881, tant de Commissions réu-

Digitized by Google

nies, tant d'études et de discussions, tant de travaux sur le terrain ou au bureau, ont abouti en réalité à ce résultat :

Environ cent communes cadastrées à nouveau sur trente-six mille ;

Un huitième environ du territoire français levé avec précision aux grandes échelles (fig. 220) et quarante-deux feuilles de la nouvelle carte publiées sur un millier (fig. 221).

Survient la guerre. Au point de vue du cadastre, la région du front est totalement bouleversée, les villages y sont détruits. Partout ailleurs sur la zone des opérations, dans un grand nombre de communes, la création de routes, de voies ferrées, de champs d'exercices, de terrains d'atterrissage, d'établissements militaires temporaires ou permanents, font disparaître les limites des propriétés, du côté français comme dans les régions envahies. Dans celles-ci les plans cadastraux sont brûlés ou volés. Dès lors la revision du cadastre, ou mieux sa réfection totale, s'impose à présent dans ces régions libérées plus que partout ailleurs. De plus le retour de l'Alsace et de la Lorraine à la France conduira forcément à uniformiser leur régime foncier et le régime français. Tout concourt donc à donner à la question du cadastre un renouveau d'actualité (1).

Au point de vue de la carte, la forme de *guerre de positions*, qu'ont prise les hostilités, a prouvé, contrairement aux idées qui avaient fait prévoir en 1912 l'utilisation très générale du 200.000e comme carte de guerre, que les grandes échelles, 10.000e, 20.000e, ont une incontestable utilité militaire ; on a regretté amèrement l'absence de levés réguliers à ces échelles sur la plus grande partie du théâtre des opérations en territoire français. Il est donc prouvé qu'il est nécessaire de leur donner désormais un développement qu'ils n'ont jamais atteint.

(A suivre.)

Colonel Georges PERRIER,
Membre de l'Institut.

(1) Voir LOUIS MARIN, *Proposition de loi sur la reconstitution foncière dans les régions dévastées par la guerre*, séance de la Chambre des Députés du 9 juin 1922, *Journal officiel* du 29 juillet 1922, annexe 4437, pp. 1005 et s.

RAYONNEMENT DE HAUTE FRÉQUENCE D'ORIGINE COSMIQUE (1)

Dès 1903, les physiciens anglais Mc Lennan et Burton (2), Rutherford et Cooke (3), observèrent que la vitesse de déperdition électrique d'un électroscope enfermé dans une chambre en métal imperméable à l'air peut être réduite dans une proportion atteignant 30 % lorsqu'on entoure complètement cette chambre d'une enveloppe métallique dont les parois ont plusieurs centimètres d'épaisseur. On pouvait en conclure que la perte de charge de l'électroscope ainsi protégé n'était pas due à un isolement imparfait, mais plutôt à quelque rayonnement fortement pénétrant, comparable au rayonnement gamma du radium qui peut ioniser les gaz à travers des parois d'un centimètre d'épaisseur.

A cause de cette propriété de traverser, en quantité mesurable, des parois métalliques relativement épaisses, on donna à la radiation en question le nom de « radiation pénétrante » de l'atmosphère ; elle fut tout d'abord et tout naturellement attribuée aux substances radioactives que renferment le sol ou l'atmosphère et, en fait, la plus grande partie de la radiation pénétrante semble avoir cette origine. Mais, en 1910 et 1911, on trouva qu'elle ne décroissait pas, quand l'altitude augmente, aussi rapidement qu'elle aurait dû le faire d'après cette hypothèse. Le premier travail important sur ce sujet fut fait par le physicien suisse Gockel (4) qui emporta avec lui, dans un ballon, à une hauteur de 4 km environ, un électroscope protégé de la manière indiquée ci-dessus ; il déclara qu'il avait trouvé la « radiation pénétrante » aussi forte à cette altitude qu'à la surface de la Terre ; ce résultat était en contradiction avec un calcul de Eve (5) d'après lequel cette radiation devrait diminuer de la moitié de sa valeur quand on s'élève de 65 mètres au-dessus du sol.

De 1911 à 1914, deux physiciens, l'un suisse, Hess (6), l'autre allemand, Kolhörster (7), répété-

(1) Mémoire lu à la *National Academy of Sciences of the United States of America*, le 9 novembre 1925. (Publié dans les *Proceeding of the National Academy of Science*, janvier 1926).

(2) Mc LENNAN and BURTON, *Physic. Rev*, **16**, 184 ; 1903.

(3) RUTHERFORD and COOKE, *Ibid.*, **16**, 183, 1903 ;

(4) GOCKEL, *Physik Zeit.*, **11**, 280, 1910 ;

(5) EVE, *Phil. Mag.*, **21**, 26, 1911 ;

(6) HESS, *Physik Zeit*, **12**, 998, 1911 et **13**, 1084, 1912 ;

(7) KOLHÖRSTER, *Ibid.* **14**, 1153, 1913, et *D. Physik Ges*, July 30, 1914.

Digitized by Google

rent les mesures de Gockel, le dernier s'élevant à une hauteur de 9 km ; ils déclarèrent que cette radiation décroissait très légèrement pendant les deux premiers kilomètres et ensuite croissait jusqu'à devenir, à une hauteur de 9 km, d'après les mesures de Kolhörster, huit fois plus abondante qu'à la surface de la Terre. Ceci semblait indiquer que les rayons pénétrants provenaient de régions extérieures à la Terre et étaient, par conséquent, d'origine cosmique. D'après cette hypothèse (1), on calcula que, pour permettre d'interpréter les données de Hess et Kolhörster, les rayons devraient avoir un coefficient d'absorption de 0,57 par mètre d'eau et un pouvoir ionisant capable de produire, dans un vase clos disposé à l'extrémité de notre atmosphère, au moins 500 ions par centimètre cube et par seconde au lieu des 10 ou 12 ions qu'ils donnent dans les électroscopes ordinaires situés à la surface du globe. La guerre amena un arrêt dans ces recherches, mais dès que nous pûmes nous procurer les instruments nécessaires, construits après la guerre dans le « Norman Bridge Laboratory of Physics » nouvellement aménagé, nous nous rendîmes, I.-S. Bowen et moi, à Kelly Field, près de San Antonio (Texas) avec quatre petits électroscopes enregistreurs que nous réussîmes à envoyer, au printemps de 1922, dans des ballons sondes, jusqu'à des altitudes presque doubles de celles précédemment atteintes. L'altitude la plus élevée qui ait été atteinte est de 15 km. 5.

Ces instruments étaient intéressants en ce que, quoique construits en acier de manière à pouvoir contenir 300 cm^3 d'air, sous une pression de 68 kg par cm^2 et munis chacun d'un baromètre, d'un thermomètre et d'un électroscope enregistreurs ainsi que de deux dispositifs de pellicules photographiques mobiles et du mécanisme d'entraînement nécessaire, le poids total de l'appareil complet n'était que de 190 g. Les altitudes étaient déterminées, non seulement d'après la loi nouvelle bien établie de l'ascension des ballons, mais aussi par des mesures directes faites au théodolyte pour lesquelles le Major Wm. R. Blair du U. S. Signal Corps mit aimablement à notre disposition, à Kelly Field, le Lieutenant Mc Neil.

Si les résultats précédemment signalés étaient exacts, nous pensions constater, dans ces expériences, de très grandes vitesses de déperdition car nos instruments s'élevaient à une hauteur telle que 88 pour cent de l'atmosphère se trouvait au-dessous d'eux et qu'il en restait seulement 12 pour cent pour réduire, par son absorption, l'intensité du rayonnement hypothétique provenant de l'extérieur. En d'autres termes, nos électroscopes avaient été soumis à des radiations très voisines, comme intensité, de celles qui existent à l'extrémité de l'atmosphère. *Nous n'avons, en réalité, rien trouvé qui approchât des vitesses de décharge prévues.*

Nos expériences étaient d'accord avec celles des observateurs européens en ce que nos électroscopes indiquaient une vitesse de décharge un peu plus élevée aux hautes altitudes qu'à la surface, mais elles prouvaient, en même temps, d'une manière concluante, qu'*un rayonnement ayant les propriétés qu'on lui attribuait n'existait pas, nos vitesses de décharge n'étant pas supérieures à un quart de la valeur prévue.*

L'origine des « rayons pénétrants » étant incertaine, le Dr Russell Otis et moi allâmes, pendant l'été de 1923, au sommet du pic Pike (Pike's Peak) faire des expériences d'absorption sur ces radiations, à la plus haute altitude à laquelle nous pouvions porter de grandes quantités de matières absorbantes ; si les rayons n'avaient pas une origine cosmique, ils ne devaient pas être plus pénétrants que les rayons gamma des substances radioactives, tandis que s'ils étaient d'origine cosmique, les expériences de Bower par ballon sonde et les miennes avaient montré qu'ils devaient être beaucoup plus durs (plus pénétrants) que personne ne l'avait supposé jusqu'ici. Des expériences d'absorption étaient nécessaires pour déterminer à quelle espèce de rayons on avait affaire.

Nous emportâmes 135 kilogs de plomb et un réservoir d'eau au sommet du pic ; ces expériences d'absorption prouvèrent, de manière définitive, que les rayons étudiés au sommet du pic Pike avaient, en majeure partie, la dureté des rayons gamma ordinaire et de plus qu'ils étaient en grande partie, sinon entièrement d'origine locale puisque les conditions locales telles qu'une grosse tempête de neige, qui se produisit pendant notre séjour, fit varier leur intensité à l'intérieur d'une enveloppe de plomb de 4 cm. 8, presque autant qu'à l'extérieur. Kolhörster avait, vers la même date, après notre brève publication des résultats obtenus à Kelly Field, et à la suite de nouvelles expériences qu'il fit postérieurement aux nôtres dans des crevasses et des trous de glaciers dans les Alpes, réduit la valeur qu'il avait proposée comme coefficient d'absorption (1) de 0,57 à 0,25, réduction qu'il regardait comme se trouvant dans les limites des erreurs d'expériences, mais par laquelle les rayons devenaient assez pénétrants pour n'être plus inconciliables avec nos propres observations en ballon sonde. Mais nous avons constaté que nos obser-

(1) E. v. Schweidler, Elster u. Geitel. *Fest schrift*, p. 415, 1915.

(1) Kolhörster, *Sitz-Ber. Preuss. Akad. Wiss*, **34**, 366, 23.

Digitized by Google

vations du pic Pike n'étaient plus compatibles avec les caractéristiques qu'il attribue maintenant (1923) aux rayons d'origine cosmique, c'est-à-dire à des rayons produisant deux ions par seconde et par centimètre cube à la surface de la Terre et ayant un coefficient d'absorption de 0,25 par mètre d'eau. Car, tandis que, en passant de l'altitude de Pasadena à celle du pic Pike, le nombre des ions observés avec un électroscope non protégé croissait de 11,6 à 22,6, c'est-à-dire, augmentait de 10,6 ions, le nombre des ions produits à travers un écran de plomb de 4 cm. 8 n'augmentait que de 9,37 à 11,6, c'est-à-dire de 2,23 ions. Mais un rayonnement ayant les caractéristiques supposées plus haut eût entraîné, à lui seul, à l'intérieur de notre enveloppe de plomb, une augmentation du nombre d'ions égale à 3,34, même si le grand accroissement du rayonnement observé à l'air libre n'eût exercé aucune influence à l'intérieur de l'enveloppe de plomb, hypothèse que nous croyions contraire aux faits. En résumé, *nos observations du pic Pike montrent que, si des rayons d'origine cosmique existent véritablement, ils doivent avoir des propriétés différentes de toutes celles qui ont été suggérées jusqu'ici et, en outre, qu'un rayonnement mou très abondant, d'origine inconnue, existe à l'altitude du pic Pike.*

Aussi projetâmes-nous, Mr Harvey Cameron et moi, de nouvelles expériences pour l'été de 1925, destinées :

1° A établir définitivement s'il existe ou non un faible rayonnement très pénétrant d'origine cosmique, si pénétrant que les écrans emportés au pic Pike n'exerçaient sur lui aucune influence et ne permettaient pas de le déceler ;

2° A dégager la cause de la variation qu'éprouve avec l'altitude le rayonnement ayant la dureté des rayons gamma que nos expériences d'absorption ont montré être plus de deux fois plus intense au pic Pike qu'à Pasadena.

La seule substance non radioactive et de constitution homogène dont nous pouvions nous procurer l'immense quantité nécessaire était l'eau de lacs profonds alimentés par la neige. Les expériences antérieures de Pasadena, faites sous écran d'eau, avaient été faussées par ce fait, que nous découvrîmes ensuite, que les eaux étaient appréciablement radioactives. Nous comprîmes qu'il y avait beaucoup d'incertitude sur la question de savoir jusqu'à quel point cette cause affectait les observations européennes faites sur les glaciers ou dans leur voisinage. En outre, nos expériences du pic Pike avaient démontré que si une fraction quelconque des rayons pénétrants eût été d'*origine cosmique*, l'ionisation correspondante au niveau de la mer aurait due être très inférieure à ce qu'on avait admis plus haut, soit 2 ions sur les 11,6 observés, l'erreur d'expérience étant, par exemple d'un demi-ion. C'est pourquoi aucune expérience cruciale n'était possible tant que nous ne pouvions trouver des lacs très profonds, non radioactifs, situés à de très hautes altitudes, où les rayons cosmiques, s'ils existent, doivent avoir un effet ionisant deux à trois fois supérieur à celui qu'on doit attendre au niveau de la mer. Pour obtenir un résultat expérimental indiscutable, il fallait disposer d'une ionisation due aux rayons cosmiques variant d'au moins trois ions avec les substances.

Nous choisîmes, pour nos premières expériences, le Lac Muir (Muir Lake ; altitude 3.540 mètres), beau lac alimenté par la neige, de plusieurs centaines de mètres de profondeur et d'environ 600 mètres de diamètre ; situé juste au-dessous du Mont Whitney, le plus haut sommet des États-Unis ; c'est là que nous effectuâmes nos recherches pendant les dix derniers jours d'août, enfonçant nos électroscopes à profondeurs variées, supérieures à 20 mètres. *Nos expériences décélèrent très nettement un rayonnement d'un pouvoir pénétrant si extraordinairement élevé que les indications de l'électroscope continuaient à décroître à des profondeurs supérieures à* 30 *mètres.* L'atmosphère située au-dessus du lac avait le même pouvoir absorbant que sept mètres d'eau ; le rayonnement contenait donc des rayons si pénétrants que, s'ils venaient de l'extérieur de notre atmosphère, ils pouvaient traverser 30+7 = 37 m. d'eau, équivalents à une épaisseur de 1 m. 80, de plomb, avant d'être complètement absorbée. Les rayons X les plus pénétrants que nous produisions dans nos hopitaux ne traversent pas une épaisseur de plomb supérieure à un centimètre. Il y avait donc là des rayons au moins cent fois plus pénétrants que les rayons X les plus pénétrants que nous sachions produire et dont le coefficient d'absorption n'était que le vingt-cinquième et non « environ le dixième de celui des rayons gamma les plus pénétrants que nous connaissions » (1).

On peut se rendre compte combien rigoureuse est cette preuve expérimentale par le fait que, grâce à un nouvel électroscope de haute sensibilité, la variation du nombre d'ions par centimètre cube et par seconde en passant de la surface du lac Muir à une profondeur de 15 mètres, était de 13,9 à 3,8 ions, c'est-à-dire décroissait d'environ le quart de sa valeur. La plus grande décroissance observée par Kolhörster (2), en enfonçant un électroscope sous l'eau, était de 2,1 ions, ce qui correspondait à une décroissance d'environ 20 %, en sorte que nous avons obtenu à la fois une plus grande préci-

(1) Kolhörster, *loc. cit.*
(2) *Ibid.*

Digitized by Google

sion dans les mesures et une preuve expérimentale décisive.

Pour obtenir des données expérimentales définitives sur la question de savoir si ces rayons très durs étaient entièrement d'origine cosmique, l'atmosphère constituant seulement une couche absorbante, nous allâmes ensuite près d'un autre lac très profond, provenant de la fonte des neiges, le lac Arrowhead (Arrowhead Lake), situé dans les montagnes de San Bernardino, à 480 kilomètres plus loin au sud, à une altitude inférieure de 2.010 mètres, où la Arrowhead Development Company mit aimablement à notre disposition toutes ses ressources. L'atmosphère comprise entre les deux altitudes avait un pouvoir absorbant équivalent à environ 1 m. 80 d'eau. *Dans les limites des erreurs d'expériences, chaque lecture faite dans le lac Arrowhead correspondait à une lecture faite* 1 *m.* 80 *plus bas dans le lac Muir, montrant ainsi qu'en définitive les rayons proviennent bien des régions supérieures et que leur origine est entièrement extérieure à la couche atmosphérique comprise entre les niveaux des deux lacs.*

L'analyse de nos courbes d'absorption montre que les rayons ne sont pas homogènes, mais qu'ils sont durcis par leur passage à travers l'atmosphère tout comme les rayons X sont durcis par filtrage à travers un écran de plomb. Les rayons les plus durs que nous ayions observés ont un coefficient d'absorption de 0,18 par mètre d'eau et les plus mous qui parviennent au lac Muir ont un coefficient de 0,3 par mètre d'eau. Les expériences en ballon sonde de Bowen et moi rendaient improbable que ces rayons puissent devenir beaucoup plus mous au sommet de l'atmosphère car, sans cela, nous aurions dû obtenir des lectures plus fortes pendant nos très hauts vols.

Des observations poursuivies jour et nuit pendant quatre jours consécutifs au pic Pike à une altitude de 4.230 mètres et pendant deux jours consécutifs au Mont Whitney, à une altitude de 4.050 mètres, n'ont révélé aucune direction privilégiée du ciel d'où proviendraient les rayons. *Dans les limites des erreurs d'expérience, ces rayons sont émis par l'espace également dans toutes les directions.*

En déduisant la longueur d'onde du coefficient d'absorption, par une formule (1) probable mais non encore certaine, on trouve, pour les rayons les plus durs que nous ayons observés, une longueur d'onde de 0,00038 A et pour les plus mous une longueur d'onde presque double de la précédente, *le spectre s'étendant sur une largeur d'environ une octave dans la région des fréquences environ deux mille fois plus élevées que celles des rayons X moyens* (1 A), *c'est-à-dire aussi loin des rayons X que les rayons X le sont de la lumière visible.*

D'après la loi maintenant bien établie de l'effet Compton, en atteignant la Terre, ces rayons, de fréquence très élevée, *doivent se transformer partiellement en rayons mous dont la dureté serait justement très voisine de celle que nous avons réellement observée sur les rayons mous du pic Pike et du Mont Whitney.* La raison pour laquelle ce rayonnement mou est plus abondant sur les pics montagneux qu'à Pasadena doit être cherchée simplement dans le fait que les rayons durs dont la transformation produit le rayonnement mou sont trois fois plus intenses aux altitudes des pics qu'à Pasadena. Telle est, semble-t-il, la solution du second des problèmes que nous nous étions proposés de résoudre l'été dernier.

Nous pouvons formuler quelques conclusions générales complètement dignes de confiance en ce qui concerne l'origine de ce rayonnement très pénétrant et de très haute fréquence. Les rayons les plus pénétrants qui avaient pu jusqu'ici être décelés, les rayons gamma du radium et du thorium, proviennent uniquement de transformations ayant leur siège dans le noyau de l'atome. En d'autres termes, ils sont produits par la transformation d'un atome en un autre, ou *par la création d'un nouveau type d'atome.* Il n'est donc guère possible d'éviter cette conclusion que les types de rayons encore plus pénétrants que nous venons d'étudier proviennent, d'une façon analogue, de transformations nucléaires. Mais ces transformations doivent dégager énormément plus d'énergie que toutes les transformations radio-actives étudiées de ce point de vue. Car, d'après nos connaissances actuelles, la fréquence de tout rayon émis est proportionnelle à l'énergie du changement intraatomique lui donnant naissance. *Aussi ne pouvons-nous guère éviter la conclusion que des transformations nucléaires dégageant peut-être cinquante fois plus d'énergie que les processus radioactifs connus se produisent à travers tout l'espace et qu'elles nous sont révélées par les rayons de haute fréquence dont elles déterminent l'émission.*

L'énergie de la transformation nucléaire qui correspond à la formation d'hélium à partir de l'hydrogène est connue ; nous en avons déduit la fréquence correspondante et trouvé qu'elle se rapporte exactement aux rayons des plus hautes fréquences que nous ayions observés cet été. *Les fréquences trouvées pour ces rayons cosmiques se rapportent exactement aussi à l'énergie mise en jeu dans la simple capture d'un électron par un noyau positif.* Ainsi, les rayons β les plus rapides, émis par le thorium, quittent l'atome qui leur a

(1) N. AHMAD, *Proc. Roy. Soc.* **A. 709**, 206, 1925.

Digitized by Google

donné naissance avec une vitesse égale à celle qu'acquerrait l'électron en se déplaçant entre deux points par lesquels le potentiel s'accroît de 7.540.000 volts (1). Pour échapper à l'atome, cet électron doit vaincre l'action attractive du noyau positif et, ce faisant, il gagne une énergie potentielle équivalente à celle que produirait un accroissement de potentiel de 4.400.000 volts (2). Si le même électron avait été animé d'un mouvement de même vitesse mais de sens inverse le faisant pénétrer dans le noyau, il eût engendré un rayonnement dont la fréquence correspondrait à 7.540.000+4.400.000 = 12.000.000 de volts. Les rayons cosmiques que nous avons étudiés ont des fréquences qui correspondent à des différences de potentiel de 12 à 30 millions de volts. Il n'est pas impossible que la capture d'un électron par le noyau d'un atome léger mette en jeu une plus grande énergie que la capture d'un électron par un atome lourd, en sorte que de telles captures constituent peut-être l'hypothèse la plus plausible concernant l'origine de ces rayons.

Est-il possible d'imaginer un tel phénomène se produisant à travers tout l'espace? La difficulté n'est pas insurmontable, étant donnée la transparence de quantités même considérables de matière pour ces rayons durs, combinée avec la récente preuve qu'a donnée Hubble (3) à l'Observatoire du Mont Wilson, que quelques nébuleuses spirales sont à des millions d'années de lumière de nous. Ces transformations nucléaires ne devraient se produire qu'en des centres extraordinairement écartés les uns des autres pour fournir l'intensité du rayonnement observé au lac Muir.

La seule hypothèse que l'on puisse faire, en dehors de celle, développée plus haut, de rayons de haute fréquence traversant l'espace dans toutes les directions, peut être, semble-t-il, celle que les rayons observés seraient engendrés dans les couches supérieures de l'atmosphère par des électrons traversant l'espace dans toutes les directions avec des vitesses pratiquement égales à celle de la lumière. Cette hypothèse permettrait sans doute d'interpréter le fait mystérieux que la Terre conserve une charge négative, mais elle se heurte à d'insurmontables obstacles, à mon avis, quand on veut expliquer quantitativement la variation avec l'altitude de l'ionisation en vase clos. Aussi bien, sous son aspect le plus important, cette hypothèse ressemble beaucoup à celle présentée plus haut, car elle suppose également l'espace rempli de rayons d'une sorte ou de l'autre voyageant dans toutes les directions avec la vitesse de la lumière. Il semble qu'on ne puisse échapper à une conception de ce genre. Et encore est-ce peut-être une conception d'un stimulant presque trop puissant pour l'imagination. Le Professeur Mac Millan, de Chicago, veut y voir la preuve que se condensent sous forme de matière, quelque part dans l'espace, la lumière et la chaleur rayonnées constamment par le Soleil et les Étoiles (1) et cette supposition est parfaitement admissible. Malheureusement les spirites voudront naturellement expliquer toutes sortes de télépathies à l'aide de ces rayons cosmiques. Quoi qu'il en soit, les simples faits expérimentaux établis par le travail précédent sont :

1° Que ces rayons extraordinairement pénétrants existent ;

2° Que leur coefficient d'absorption peut atteindre 0,18 par mètre d'eau ;

3° Qu'ils ne sont pas homogènes mais constituent une région spectrale située bien au delà de celle des rayons X et caractérisée par une fréquence environ 1000 fois supérieure à la fréquence moyenne des rayons X ;

4° Que ces rayons durs engendrent, en frappant la matière, des rayons plus mous, dont la dureté est environ celle prédite par la théorie de l'effet Compton ;

5° Que ces rayons atteignent la Terre avec une intensité égale le jour et la nuit et à toute heure du jour et de la nuit et avec pratiquement la même intensité suivant toutes les directions.

M. I.-S. Bower, le Dr Russel, MM. Otis, G. Harvey Cameron et moi, tous ceux qui ont pris part à ces recherches et ont reçu une aide appréciable du fabricant d'instruments, M. Julius Pearson, publieront ailleurs d'amples détails sur ce travail.

R.-A. MILLIKAN.

Traduit de l'anglais par A. Boutaric, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon, et Mme M. Boutaric.

(1) Report of Comittee on X-rays and Radioactivité of National Research Council, 1925, p. 92.

(2) *Ibid*, p. 68.

(3) HUBBLE, *Pop. Astron.*, **33**, pp. 252-255, 1925.

RONSARD MÉTÉOROLOGISTE

Ronsard est très à la mode aujourd'hui. Commémorons à notre façon son quatrième centenaire en lui consacrant une étude météorologique. Relisons son œuvre et recherchons comment il a noté les phénomènes de l'atmosphère.

Ronsard aimait la nature avec passion, comme tout ce qu'il aimait :

(1) MAC MELIAN, *Science*, **62**, 122, 1925.

Digitized by Google

« Sa demeure ordinaire était à Saint-Cosme, écrit un de ses biographes, Claude Binet, lieu fort plaisant et comme l'œillet de la Touraine, jardin de France, ou à Bourgueil, à cause du déduit de la chasse, auquel il s'exerçait volontiers... Comme aussi à Croix-Val, recherchant ores la solitude de la forêt de Gastine, ores les rives du Loir et la belle fontaine Bellerie ou celle d'Hélène... Quand il était à Paris et qu'il voulait s'éjouir avec ses amis ou composer à requoy, il se délectait ou à Meudon, tant à cause des bois que du plaisant regard de la rivière de Seine, ou à Gentilly, Arcueil, Saint-Cloud et Vanves, pour l'agréable fraîcheur du ruisseau de Bièvre, et des fontaines que les Muses aiment naturellement. »

Tous les critiques s'accordent avec André Fontainas pour affirmer que « son vers réussit à capter les fugitives et constantes formes de la nature, de l'air... la respiration odorante des brises ».

Claude Binet nous apprend encore qu' « il prenait plaisir à jardiner » et on sait que les amateurs de jardinage ne sont pas indifférents à la pluie, à la grêle, à la gelée ou à l'orage. Et ils aiment à en parler.

Il fait bon disputer des choses naturelles,
Des foudres et des vents, des neiges et des grêles.
(*Remontrance au peuple de France.*)

Ronsard, dans son *Art poétique*, proclame que le but du poète est de représenter « les choses qui sont ».

« Tu n'oublieras pas les descriptions de la nuit, du lever du soleil, du midi, des vents, de la mer, ni les sérénités, orages et tempêtes », ajoute-t-il dans la préface de la *Franciade*.

Il loue Homère d'avoir présenté toutes les scènes de ses poèmes avec une connaissance minutieuse des choses auxquelles il faisait allusion et imité les effets de la nature dans toutes ses descriptions : « S'il fait bouillir de l'eau en un chaudron, tu le verras premièrement fendre son bois, puis l'allumer et le souffler, puis la flamme environner la panse du chaudron tout à l'entour, et l'écume de l'eau se blanchir et s'enfler à gros bouillons avec un grand bruit, et ainsi de toutes les autres choses. »

A son exemple, Ronsard ne veut peindre que d'après nature, et non pas d'après des souvenirs purement livresques (1).

J'ai vu grêler, tonner, éclairer et pleuvoir.
(*Les Amours.*)

J'ai l'esprit tout ennuyé
D'avoir trop étudié
Les phénomènes d'Arate :
Il est temps que je m'ébatte
Et que j'aille aux champs jouer.
Bon Dieu, qui voudrait louer
Ceux qui collés sur un livre
N'ont jamais souci de vivre. (*Odes.*)

Chez un poète aussi consciencieux, qui fut en même temps, comme l'appelle Sainte-Beuve, « le plus grand inventeur lyrique », le météorologiste doit s'attendre à trouver les formules les plus heureuses pour décrire les phénomènes du ciel. Et pourtant... Mais n'anticipons pas.

***

Dans l'œuvre un peu touffue du poète, essayons d'une classification arbitraire. Voyons d'abord un des aspects du ciel les plus frappants : les levers et les couchers du soleil. Voici, à mon avis, les notations les plus remarquables.

Je songeais l'autre nuit que peu devant l'aurore,
Quand du soleil naissant les chevaux sont encore
En la mer, et leurs crins s'épandent par les cieux.
(*Bocage Royal.*)

Io ! que je vois de roses
Ja décloses
Par l'orient flamboyant :
A voir des nues diverses
Les traverses,
Voici le jour ondoyant,
Voici l'aube safranée
Qui jà née,
Couvre d'œillets et de fleurs
Le ciel qui le jour desserre
Et la terre
De rosées et de pleurs. (*Gaietés.*)

Mais aussitôt que l'aube aux doigts rosins,
Échevelée, eut tous les lieux voisins
Rempli de jour, et que la tresse blonde
Du grand soleil s'éparpilla sur l'onde,
Je m'en allais comme ravi d'émoi.
(*Les Hymnes.*)

Et voici maintenant un coucher de soleil :
Un jour d'été qu'encore le soleil
N'a ses chevaux dévalés au sommeil,
Et qu'il se montre encor plus haut qu'une aune,
Dedans le ciel tout bigarré de jaune,
De pers, de bleu... (*Eglogues.*)

Retenons aussi cette fin du jour, tandis que Daurat récite des vers :

Ah ! Vesper, brunette étoile,
Dont le voile
Noircit du ciel le coupeau,
Ne veuille sitôt paraître
Menant paître
Par les ombres ton troupeau,
Arrête, noire courrière,
Ta lumière,

(1) « Ronsard, dit M. Lanson, n'a pas vu nettement que les anciens sont les modèles, parce que la nature est fidèlement exprimée en leurs œuvres, et qu'ainsi de s'adresser à eux ou à la nature, c'est la même chose. » Heureusement que Ronsard a préféré, tout de même, s'adresser quelquefois à la nature.

Digitized by Google

Pour ouïr plus longuement
La douceur de sa parole
Qui m'affole
D'un si gai chatouillement,

Quoi ! des astres la bergère,
Trop légère,
Tu reviens faire ton tour?
Devant l'heure tu flamboies
Et envoies
Sous les ondes notre jour?
Va, va, jalouse, chemine,
Tu n'es dine
Ni tes étoiles, d'ouïr
Une chanson si parfaite
Qui n'est faite
Que pour l'homme réjouir.
Donque, puisque la nuit sombre
Pleine d'ombre,
Vient les montagnes saisir
Retournons troupe gentille
Dans la ville,
Demi-soûlés de plaisir.

(*Gaietés.*)

Ces petits tableaux n'offrent certes pas d'observations météorologiques originales. Ils sont agréables. Les imitations de l'antique sont transparentes, mais ne sont pas des imitations serviles, des copies de cabinet, fades, ternes, acceptées sans vérification, comme celles que feront trop souvent les classiques. On sent à je ne sais quel souffle qui vivifie tous ces vers que Ronsard n'a adopté les images et les allégories antiques que parce qu'elles lui servent à mieux exprimer sa propre vision. Par exemple, les rayons épars qui s'échappent de l'horizon avant le lever du soleil seront pour lui les crinières des chevaux du soleil qui s'épandent dans les cieux, et l'image est fort belle.

Les nuits lui permettront quelques images originales d'une vérité saisissante.

...Un beau rubis, de qui l'éclat s'épande
Par le tableau, ainsi qu'on voit de nuit
Briller les rais de la lune, qui luit
Dessus la neige...

(*Elégies*).

Comparer la lune à un rubis paraît d'abord un peu hasardeux, mais, par temps de neige, la lune a bien à l'horizon un éclat rougeâtre très caractéristique.

Les belles « nuits » de Chateaubriand et des romantiques ne feront pas oublier ce beau vers sur la lumière blonde de la lune :

Il était déjà nuit, et la lune première
Dorait le haut des bois d'une blonde lumière.

(*Bocage royal.*)

***

Passons aux saisons. D'un trait preste, il en note les caractères, dans le second Livre des *Amours :*

Le Printemps n'a point tant de fleurs,
L'Automne tant de raisins meurs,
l'Été tant de chaleurs hâlées,
l'Hiver tant de froides gelées...

A plusieurs reprises, il s'attarde sur chacune d'elles. C'est le printemps, dont il note avec raison les sautes brusques de température.

Le Printemps... inconstant, incertain,
Variable en effet du soir au lendemain.

(*Hymnes.*)

C'est en effet en mars et avril, que la variabilité de la température (comme nous disons) est la plus grande.

L'Été est sa saison de prédilection, et il le chante avec un lyrisme effréné.

L'Été fut mâle entier, ardent, roux et colère,
Étincelant et chaud, ressemblant à son père (le soleil)
Guerrier, prompt et hardi, toujours en action,
Vigoureux, généreux, plein de perfection,
Ennemi de repos. (*Hymnes.*)

Je te salue, Été, le prince de l'année,
Fils du soleil auteur de toute chose née,
Père alme, nourricier, donne-blé, donne-vin,
Mâle parfait, entier, tout grand et tout divin,
Perruqué de rayons, qui sers de longue guide
Au Soleil qui, matin, tient ses chevaux en bride :
Souhaité des humains, tout couronné d'épis,
Qui figure les ans des hommes accomplis,
Qui forge les éclairs, la foudre et le tonnerre
Marinier, voyageur, courier, homme de guerre !

(*Hymnes.*)

Une allusion assez précise à l'équinoxe d'automne où les jours sont égaux aux nuits :

Or que l'automne épande son usure
Et que la Livre (1) à juste poids mesure
La nuit égale avec les jours égaux,
Et que les jours ne sont ni froids ni chauds.

(*Gaietés.*)

Et aussi une crainte pour les vendanges, car Ronsard était grand buveur :

L'orage est dangereux aux herbes et aux fleurs,
La froideur de l'automne aux raisins qui sont meurs.

(*Egloyues.*)

Rien de bien savant sur l'Hiver :

L'hiver fut mâle entier, monstrueux et hideux,
Neigeux, tourbillonneux, pluvieux et venteux,
Perruqué de glaçons, hérissé de froidure,
Qui fit peur en naissant à sa mère Nature.

(*Hymnes.*)

Aussi épais que neiges innombrables
Que l'air venteux par l'air fait cheminer,
Quand l'hiver vient nos champs enfariner.

(*Franciade.*)

Il aime d'ailleurs le doux climat de notre France,

(1) La Balance (Libra).

Digitized by Google

où il fait bon vivre et aimer. Si, dans ses *Odes*, il en note malicieusement les changements :

Comme le temps vont les choses mondaines,
Suivant son mouvement
Le temps soudain et les saisons soudaines
Se changent promptement.

il s'écriera, dans l'*Hymne à la France* :

La cruauté des vents malicieux
N'y règne point, ni les monstres des cieux,
Ni tout cela qui, plein de félonie,
Tient les sablons d'Afrique ou d'Hyrcanie.

***

Le caractère inconstant des vents inspire à Ronsard quelques vers optimistes, pour laisser passer avec philosophie les mauvaises heures.

Toujours le ciel, toujours l'eau n'est venteuse...
Toujours le ciel, toujours la mer Egée
Ne gronde pas d'un orage cruel.
(*Les Amours*).

Dans la *Franciade*, comme il convient, il personnifie le vent, à l'antique :

Puis vers le vent (Francus) adressa son parler :
« Vent, le balai des ondes et de l'air,
Qui de la nue en cent sortes te joues,
Qui ce grand tout éventes et secoues,
Qui peut cent bras et cent bouches armer,
Viens-t'en poupier (1) ton haleine enfermer
Dedans ma voile, afin que sous ton guide
J'aille tenter ce grand royaume humide.
(*Franciade.*)

Mais ce qu'un météorologiste préférera, c'est certainement le couplet sur l'autan, dans l'*Hymne de l'automne.*

Ce vent humide et chaud gisait à la renverse,
Étendu sur le dos d'une longue traverse,
Au beau milieu de l'antre (horrible chose à voir !)
Son antre s'étuvait d'une chaleur croupie,
Moite, lâche, pesante, ocieuse, assoupie,
Ainsi qu'on voit sortir de la gueule d'un four
Une lente chaleur qui étuve le jour.

Il y a là une allusion très intéressante aux caractères du vent qu'on appelle encore aujourd'hui l'autan en Gascogne et dans la plaine toulousaine, et qui cause aux hommes et aux animaux une véritable dépression physique. En été il flétrit la végétation.

***

Dans toute épopée, il doit y avoir une description de tempête. Les poèmes épiques de l'antiquité avaient donné l'exemple, et nos épopées françaises, en vers ou en prose, n'ont pas manqué de les imiter (1). Dans la *Franciade*, la description de la tempête occupe une bonne partie du deuxième livre, et c'est peut-être la meilleure partie de cette épopée inachevée, d'ailleurs beaucoup moins mauvaise, à mon avis, que ne le déclarent les manuels de littérature.

Ronsard ne composa pas de chic sa tempête. Il en avait essuyé une véritable, pendant un voyage en Angleterre, ainsi qu'il se plaît à le raconter dans les *Elégies.*

Ce duc (le duc d'Orléans) pour page me reprint ;
Longtemps à l'écurie en repos ne me tint
Qu'il ne me renvoyât en Flandres et Zélande,
Et depuis en Écosse, où la tempête grande
Avecque Lassigny cuida faire toucher,
Poussée aux bords anglais, ma nef contre un rocher.
Plus de trois jours entiers dura cette tempête
D'eau, de grêle et d'éclairs nous menaçant la tête :
A la fin, arrivés sans nul danger au port,
La nef en cent morceaux se rompt contre le bord,
Nous laissant sur la rade, et point n'y eut de perte,
Sinon elle, qui fut des flots salés couverte,
Et le bagage épars que le vent secouait,
Et qui servait, flottant, aux ondes de jouet.

Naturellement, puisque c'est sa manière, Ronsard se souviendra des tempêtes de Virgile et d'Homère, et il mettra en branle tout l'arsenal mythologique.

Neptune va trouver le vent, « terreur des cieux et de la mer »

Pource Aquilon... retourne vers Eole.
Dis-lui...
Que de son sceptre il fasse une ouverture
Aux vents enclos en leur caverne obscure :
Qu'il les détache, et portés d'un grand bruit,
Charges d'éclairs, de tempête et de nuit,
Par tourbillons enfle la mer de rage,
Et ces Troyens accable d'un orage.
Incontinent maintes troupes de nues
Sont file à file à leur reine venues,
Comme troupeaux qui bêlent à l'entour
De leur pasteur, quand la pointe du jour
Et la rosée aux herbes les convie.

Voilà une observation à ravir d'aise un météorologiste. Ces nues, file à file venues, comme troupeaux, sont des nuages moutonnés, que nous appelons cirro-cumulus ou alto-cumulus ; et ces nuages sont un signe précurseur de tempêtes, bien connu aujourd'hui.

Tandis que les vents avaient gagné la mer,
Qu'à gros bouillons ils faisaient écumer,
La renversant du fond jusques au faîte :
Une importune outrageuse tempête,
Sifflant, bruyant, grondant et s'élevant
A monts bossus sous le souffler du vent,
Branle sur branle et onde dessus onde,
Entr'ouvrait l'eau d'une abîme profonde :

(1) En pouppe.

(1) Par exemple, on trouve une description de tempête dans *Télémaque*, dans la *Henriade*, dans les *Martyrs*.

Digitized by Google

Tantôt enflée aux astres écumait,
Tantôt brassée aux enfers s'abîmait,
Et forcenant d'une écumeuse rage,
De flots voûtés couvrait tout le rivage.

Je trouve fort belle et fort exacte cette description d'une mer démontée. Les poètes modernes ne donneront pas une impression plus forte. La répétition des mêmes mots, évidemment voulue, convient bien aux vagues qui se succèdent : ce sont de ces effets qui dénotent le poète de génie.

Un sifflement de cordes et un bruit
D'hommes s'élève : une effroyable nuit
Cachant la mer d'une poisseuse robe
Et jour et mer aux matelots dérobe.

Il y a là une réminiscence de la tempête de l'*Odyssée*. « La terre et la mer se couvrirent de nuées épaisses ; une nuit sombre descend du ciel et s'étend sur les flots. »

L'exagération est manifeste. Elle sera cependant reprise par beaucoup de littérateurs qui décriront des tempêtes, et, chose étrange, — peut-être parce qu'il est difficile d'exprimer simplement avec des mots la vérité — par beaucoup de voyageurs qui se défendront de faire de la littérature.

L'air se creva de foudres et d'éclairs.
A longues pointes, étincelants et clairs,
Drus et menus, et les pluies tortues
Par cent pertuis se crevèrent des nues.
Maint gros tonnerre ensoufré s'éclatait,
De tous côtés la mort se présentait
A ces Troyens.

L'orage n'est pas mal observé. Le tonnerre « ensoufré » sera répété par maint romantique. L'épithète est ancienne et elle correspond à la réalité : les chimistes modernes attribuent cette odeur soufrée de la foudre à la formation d'ozone et de composés oxygénés de l'azote.

Trois fois la Lune et trois fois le Soleil
S'étaient couchés que l'hiver nompareil,
Armé d'éclairs et de vagues profondes
N'avait cessé de tourmenter les ondes :
Sans plus la nef de Francus résistait
Haute sur l'eau qui encore s'était
Seule sauvée et des eaux et des flammes,
Ayant perdu ses voiles et ses rames,
Quand un fort vent ailé de tourbillons,
Visitant la mer bossuée de sillons,
En la cinglant d'une bien longue traite
La chasse au bord du rivage de Crète.

Faut-il voir dans ces « tourbillons » qui reviennent plusieurs fois sous la plume de Ronsard une intuition des tempêtes tournantes? Ce serait trop beau.

***

Nous pourrions glaner encore dans l'œuvre de Ronsard quelques notations météorologiques fugitives sur la rosée,

Qui d'une vapeur tendre en l'air est composée,

sur l'arc-en-ciel,

...qui peint à sa venue
De cent mille couleurs le dessus de la nue,

et à propos duquel le poète se demande

...si le soleil peint
L'arc-en-ciel en substance, et s'il apparaît feint.

Mais ce sont là peu de chose, et les météorologistes trouveront sans doute, tout compte fait, que la science de Ronsard est médiocre. Mais qu'ils songent qu'il faudra attendre plus de deux siècles pour retrouver dans notre littérature des impressions de l'atmosphère aussi vécues, et qu'aucun poète français, avant les romantiques — et réussiront-ils aussi bien? — ne saura mêler l'amour des belles aux phénomènes de la nature d'une façon aussi heureuse que dans le sonnet suivant, où l'on retrouve toute la grâce de Pétrarque :

Un voile obscur par l'horizon épars
Troublait le ciel d'une humeur survenue,
Et l'air crevé d'une grêle menue
Frappait à bonds les champs de toutes parts.

Déjà Vulcain de ses borgnes soudards
Hâtait les mains à la forge connue,
Et Jupiter dans le creux d'une nue
Armait sa main de l'éclair de ses dards,

Quand ma nymphette, en simple vertugade
Cueillant les fleurs, des rais de son œillade,
Essuya l'air grêleux et pluvieux.

Des vents sortis remprisonna les tropes,
Et fit cesser les marteaux des cyclopes
Et de Jupin rassérena les cieux.

J. ROUCH,
Capitaine de Frégate.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (avril 1926).— *Arithmétique* 1 et 2. En s'appuyant sur des formules de M. Ser, M. *Paul Appell* propose une méthode pour démontrer que la constante d'Euler est irrationnelle.

Théorie des fonctions. 1. L'emploi de la représentation conforme et d'une proposition de M. Rolf Nevanlinna permettent à M. *Miécislas Biernackl* de démontrer dans un cas particuller une proposition signalée par M. Denjoy : une fonction entière d'ordre ρ a 2ρ valeurs asymptotiques finies au plus ; le cas envisagé est celui où les tangentes aux chemins de détermination tendent à se confondre avec les rayons vecteurs.

2. Schwarz a donné un théorème sur les fonctions $f(z)$, holomorphes dans un cercle C et dont toutes les valeurs sont dans C ; ce théorème suppose d'ailleurs que l'équation $f(z) = z$ possède une racine dans C. A la suite de recherches récentes sur les fonctions analogues $f(z)$, vérifiant les premières propriétés à l'exclusion de la dernière, M. *Jules Wolf* obtient un énoncé plus général, qui prolonge également une proposition de M. Julia. La démonstration s'inspire d'une note récente de M. Denjoy.

3. M. *Georges J. Rémoundos* étend aux fonctions multiformes (racines d'équations algébriques à coefficients holomorphes dans le voisinage de $z = \infty$, le premier égal à 1) un théorème établi par M. Carleman pour les chemins de détermination des fonctions uniformes. Il généralise également une proposition de M. Mill...

4. M. *F.-P. Bessonoff* étend aux fonctions d'une variable complexe la théorie de la presque périodicité de M. H. Bohr. Citons notamment ces théorèmes : toute fonction entière presque périodique se réduit à une constante. Si une série uniformément convergente de fonctions elliptiques représente une fonction méromorphe, cette fonction est presque périodique.

Analyse 1 et 2. M. *A. Buhl* développe un procédé d'intégration des équations de Maurer pour la théorie des groupes continus ; le procédé se réduit dans certains cas à la méthode de Schur. M. *Cartan* montre que la méthode s'applique à une classe d'équations plus générales : les inconnues de ces équations sont des formes de Pfaff.

Géométrie infinitésimale. 1. Complétant des résultats de M. Tzitzéica sur les surfaces tétraédrales, M. *Bertrand Gambier* indique une série d'élégants résultats sur le même sujet : existence de surfaces parabolo-tétraédrales applicables sur les surfaces, de droites et de géodésiques remarquables, de déformations avec correspondance des points réels d'une surface à des points imaginaires de l'autre...

2. Récemment M. Kreb a utilisé la notion de congruence pour donner une interprétation géométrique de la transformation de M. Goursat relative à une classe d'équations de Laplace. M. *Tzitzéica* développe ces résultats et signale diverses propriétés remarquables des congruences précédentes.

3. M. *A. Demoulin* montre l'usage que l'on peut faire du pentasphère mobile pour l'étude des surfaces isothermiques et des systèmes triples orthogonaux. Il indique notamment comment on peut former par ce procédé une équation du second ordre dont chaque solution définit une famille de surfaces isothermiques.

Calcul vectoriel. M. *Axel Egnell* signale une série de rapprochements entre le concept de divergence et celui de courbure : ainsi, soit R_p un espace de Riemann à p dimensions, plongé dans un espace euclidien à $p + q$ dimensions. En chaque point de R_p menons q vecteurs unitaires normaux entre eux, M_1..., M_q ; l'expression M, div. $M_1 + ... + M_q$ div M_q, indépendante de la variation du q-èdre a pour module la courbure moyenne de la surface.

Astronomie. Pour définir d'une manière précise la valeur du diamètre solaire, M. *Maurice Hamy* exprime l'intensité à l'aide d'intégrales définies dont le calcul requiert des développements analytiques étendus : introduction de la fonction T, approximation des fonctions de grands nombres suivant les méthodes introduites précédemment par l'auteur.

René GARNIER.

Physique

Sur l'expérience de Michelson. Les nouvelles expériences de Miller. — 1. L'expérience de Michelson-Morley, destinée à mesurer la vitesse relative de la terre et de l'éther en un point du sol terrestre, fut réalisée pour la première fois à Cleveland (Ohio, États-Unis d'Amérique) en 1887.

Michelson et Morley annoncèrent, comme résultat de leurs essais, que la vitesse relative de la terre et de l'éther était certainement inférieure à 7,5 km. par seconde.

Morley et Miller reprirent les expériences avec un appareil quatre fois plus sensible que le précédent qui devait donner un déplacement de 1,5 frange pour une vitesse de 30 km. par seconde. Les expériences effectuées dans les sous-sols d'une école de science appliquée à Cleveland, en 1904 et 1905, indiquèrent que la vitesse était inférieure à 3,5 km. par seconde.

On objecta que l'éther contenu dans un sous-sol pouvait se trouver entraîné avec lui, ce qui décida les expérimentateurs à renouveler leur tentative sur une colline. A l'automne de 1905, l'appareil fut installé sur les hauteurs d'Euclide à Cleveland, à 90 m. au-dessus du lac Erié, en un point dégagé de toute construction. Les expériences décelèrent un effet correspondant à une vitesse égale au dixième environ de la vitesse attendue. Cet effet pouvant, à la rigueur, être attribué à des perturbations calorifiques, des expériences nouvelles étaient nécessaires.

Elles ont été reprises par Miller (1) en 1921, 1924 et 1925 à l'Observatoire du Mont Wilson (1.800 m. d'altitude), avec l'appareil même de Morley et Miller. Des dispositifs permettaient de le protéger contre tout rayonnement calorifique par un revêtement de liège ; les lectures n'étaient pas modifiées par cette protection. 5.500 expériences furent faites dans des conditions très variées, autour du 15 avril 1921, du 8 décembre 1921, du 5 septembre 1924 et du 1er avril 1925.

Leurs résultats concordent pour indiquer un déplacement constant du système solaire dans l'espace combiné avec le mouvement de la terre sur son orbite et sa rotation autour de l'axe des pôles.

Les essais effectués à l'Observatoire du Mont Wilson pendant les quatre dernières années (1921 à 1925) semblent permettre de conclure qu'il existe à cet observatoire un mouvement de la terre par rapport à l'éther, dont la vitesse est d'environ 9 km. par seconde, soit à

(1) *Proccedings of the National Academy of Sciences of U. S. A.*, juin 1925.

Digitized by Google

peu près le tiers de la vitesse du mouvement de la terre sur son orbite. La comparaison avec les résultats obtenus à Cleveland suggère un entraînement partiel de l'éther par la terre, décroissant avec l'altitude.

Il est inutile de souligner l'importance de ce résultat. Si l'on songe que le point de départ des théories de la relativité a été l'échec de l'expérience de Michelson et des expériences analogues pour déceler un mouvement absolu, on voit que cette base expérimentale semble disparaître. Il est trop tôt pour essayer de prévoir l'influence qu'aura l'expérience retentissante de Miller sur le développement ultérieur des conceptions relativistes. Nous y reviendrons. A. Bc.

Chimie Physique

Charbons actifs. — 1. — Dans les anciens cours de chimie sur le carbone, on montrait comment un morceau de charbon de bois, de la braise de boulanger, introduit dans une éprouvette pleine de gaz ammoniac, absorbe celui-ci et fait monter le mercure dans l'éprouvette.

De nombreuses recherches faites sur l'absorption, avant 1914, ont montré que, parmi tous les corps poreux ou spongieux, ce sont les charbons qui ont les propriétés absorbantes les plus frappantes et que, même entre deux charbons, il y a des différences considérables selon l'origine.

On sait depuis longtemps qu'en général les charbons de buis ou de noix de coco ont une grande supériorité sur les charbons de bois plus légers. C'est la densité du charbon seule qui intervient, c'est-à-dire le rapport entre le volume réellement occupé par le charbon, abstraction faite du volume des pores, au volume total des pores et du charbon, ou volume apparent.

La température maxima atteinte au cours de la calcination est un facteur important dans les propriétés du charbon. Ainsi, le charbon de noix de coco porté à haute température perd une grande partie de ses propriétés absorbantes entre 825° et 875°. La température optima de calcination est voisine de 600° C.

Les propriétés absorbantes peuvent être accrues grandement sous l'action de traitements chimiques. C'est ce qu'on trouve indiqué dans l'édition française de 1856 du traité de chimie de Berzélius : « La modification γ (Berzélius désigne par là le charbon amorphe) possède seule cette propriété (d'être active) et même elle en est dépourvue quand elle a été préparée à l'aide de substances qui fondent avant de se carboniser, et qui n'ont pas été, avant la fusion, mêlées très intimement avec des corps fusibles et solubles dans l'eau, ou avec des corps non fusibles qui, pendant la carbonisation, empêchent les particules de charbon de se réunir en une masse compacte. »

Les mêmes procédés, utilisés après 1914 pour préparer des charbons actifs, confirment les remarques de Berzélius. Cette technique s'est surtout développée tout d'abord en vue d'obtenir des charbons décolorants.

D'ailleurs, on prend de préférence des charbons où ce mélange intime est déjà effectué naturellement, comme pour le noir animal provenant des os, ou en vue d'une autre opération, comme les charbons de cyanure ou les charbons provenant de la calcination des lessives sulfitiques de cellulose. Beaucoup de ces charbons sont en même temps absorbants pour les gaz à un degré assez élevé.

C'est la guerre des gaz qui a ouvert l'ère industrielle des charbons actifs. Les charbons de simple calcination ne sont plus employés pour absorber les gaz.

En France, on prend comme agent d'activation l'acide sulfurique; ailleurs, on préconise l'acide phosphorique à base température; en Amérique, on a adopté les procédés d'activation à la vapeur d'eau ou par oxydation ménagée.

On arrive ainsi à obtenir des charbons qui absorbent facilement 15 à 30 % de leur poids de benzène, suivant la concentration dans l'atmosphère gazeuse, et 95 à 98 % du produit à récupérer.

Si pour ces charbons activés chimiquement la compacité continue à jouer un rôle important, il n'en est plus de même pour la température maxima de carbonisation: on peut dépasser largement 875°, non seulement sans diminuer les propriétés absorbantes du charbon, mais avec un accroissement notable de ces propriétés.

La condition essentielle d'activité pour un charbon, c'est que la teneur en hydrogène combiné restant dans le charbon soit aussi faible que possible.

2. Voici quelques nombres donnant par gramme de charbon le volume de gaz absorbé, (ramené à 0° et sous la pression de 760 mm.)

Tableau I

Ammoniaque	171,7
Cyanogène	107,5
Bioxyde d'azote	86,3
Chlorure de méthyle	76,4
Éther méthylique	76,2
Gaz oléifiant (éthylène)	74,7
Protoxyde d'azote	70,5
Phosphure d'hydrogène	69,1
Acide carbonique	67,7
Oxyde de carbone	21,2
Oxygène	17,9

On voit par ce tableau que les gaz facilement liquéfiables sont beaucoup plus absorbés que ceux très éloignés de leur point de liquéfaction.

Les produits absorbés conservent leur individualité chimique.

Le même échantillon de charbon peut servir à un grand nombre d'essais; il est remis en état par simple chauffage à une température suffisante. Les produits absorbés peuvent être récupérés, soit par l'action de la chaleur, soit par l'action du vide. En réalité, le vide seul ne peut pas, indépendamment de la température, permettre la récupération totale. Il y a pour chaque corps une température minima qui permet pratiquement le dégagement. L'extraction peut, à cette température, être aidée, soit par l'action du vide, soit par le passage d'un gaz peu absorbable comme l'hydrogène ou l'air, mais ce qui importe c'est d'être au voisinage d'une certaine température, ou plutôt au-dessus d'une certaine température qui varie d'ailleurs suivant le corps à extraire. Le charbon se trouve alors dans les mêmes conditions que n'importe quel corps poreux ou spongieux sans activité spéciale et abandonne facilement le produit absorbé. Industriellement on emploie le chauffage aidé de l'extraction, soit à la vapeur d'eau, soit par le vide. Dans le cas de l'extraction à la vapeur d'eau, le séchage du charbon s'opère dans un courant d'air chaud ou mieux d'un gaz chaud non carburant, ou bien par le vide.

3. Dans l'industrie, il s'agit de retirer d'un mélange où sa tension partielle est faible, une vapeur ou un gaz, ou un mélange de vapeurs et de gaz.

Pratiquement, la plus grande partie du véhicule gazeux est constituée par un des gaz : air, méthane, hydrogène, etc..., qui ne subissent qu'une absorption très faible à la température ordinaire et ce sont des produits mélangés

Digitized by Google

à cette masse principale qu'il s'agit de récupérer ou d'éliminer. C'est de ce point de vue que l'étude de l'absorption doit être faite.

La question importante pour chaque corps, c'est de connaître le pourcentage qui pourra en être absorbé et comment varie ce pourcentage avec la pression partielle.

Les tableaux que nous ayons donnés montrent qu'il y a des différences énormes dans les quantités absorbées des différents gaz étudiés, et qu'en première approximation on peut prendre pour règle que les corps qui se condensent facilement à l'état liquide à la température de l'absorption et sous des pressions relativement faibles sont en général facilement absorbables.

Cependant, la facilité de condensation à l'état liquide ou solide n'est pas un critérium. Un critérium beaucoup plus sûr est constitué par les quantités de chaleur dégagées au cours de l'absorption. Le tableau suivant donne ces quantités de chaleur en petites calories par gramme de matière pour quelques substances :

Tableau II

Acétate d'amyle	6.141
Éther	5.417
Acétate d'éthyle	4.668
Chlorobenzène	4.588
Toluène	4.230
Acétone	3.797
Chloroforme	3.768
Pinène	3.741
Alcool isoamylique	3.732
Sulfure de carbone	3.654
Tétrachlorure de carbone	3.620
Iodure de méthyle	3.552
Benzène	3.230
Alcool	2.855
Aniline	2.632
Eau	400

La chaleur d'absorption est supérieure, dans certains cas, à la chaleur de vaporisation, augmentée même de la chaleur latente de fusion.

C'est la vapeur d'eau qui, de tous les corps indiqués, dégage le moins de chaleur en s'absorbant. Le charbon est donc un très médiocre absorbant de la vapeur d'eau.

Tous les produits qui précèdent l'eau dans le tableau déplacent celle-ci du charbon en s'absorbant, tout au moins quand il n'y a pas solubilité réciproque, ce qui changerait les conditions, comme le montrent les expériences de Hunter avec l'alcool et l'eau ou l'ammoniaque et l'eau.

Prenons le cas du benzol.

Un courant de gaz d'éclairage saturé de vapeur d'eau et contenant 25 grammes de benzol au mètre cube passe sur du charbon préalablement mouillé. Si le courant est suffisamment lent, l'eau est déplacée du charbon par couches successives, tandis que le benzol est absorbé.

Pour que l'expérience réussisse parfaitement, c'est-à-dire pour que tout le benzol soit absorbé, le courant gazeux doit être extrêmement lent. Trop rapide, une assez notable proportion de benzol échappe à l'absorption ; dans les conditions de marche industrielle, il faut, lorsqu'il s'agit de corps non miscibles à l'eau, sécher le charbon avant usage, ou tout au moins amener sa teneur en eau à un taux très inférieur à 10 %.

Les corps ont tous tendance à se remplacer dans l'ordre indiqué : chacun d'eux tend à être déplacé par ceux qui le précèdent, de sorte que si le gaz qui passe sur le charbon renferme un mélange absorbable, les premières couches de charbon traversées contiennent les corps les plus absorbables en plus forte proportion que les dernières couches, qui renferment surtout les moins absorbables. Mais là encore les solubilités réciproques limitent le phénomène et empêchent la séparation de devenir totale.

Quelle est la pression partielle minima au-dessous de laquelle le produit cesse d'être récupérable ? Tout dépend du véhicule de ce produit. S'il est seul en présence du charbon et si c'est un produit très absorbable, il ne semble pas qu'il y ait de limite. Dewar a montré que la vapeur de brome était, par exemple, absorbée à la température normale par un charbon tout à fait quelconque jusqu'à la production d'un vide avancé dans le récipient où elle avait été enfermée, et même que les gaz les moins condensables sont absorbés lentement dans le charbon jusqu'à production des vides de Hittorf où la pression se mesure en millionièmes de millimètres. On peut d'ailleurs remettre le tube en état par une chauffe modérée qui fait dégager ces gaz.

Une absorption aussi complète n'est obtenue qu'au bout d'un temps relativement très long. Dans la pratique, il s'agit de temps de contact, entre charbon et gaz, de l'ordre de quelques secondes, de sorte que l'absorption ne peut être totale. Tout ce que l'on peut dire, c'est que pour des teneurs moyennes (pour le benzol, par exemple, des teneurs de l'ordre de 25 à 30 grammes au mètre cube), l'absorption est quasi-totale au début, et qu'au moment où le charbon commence à laisser échapper le benzol avec le gaz, il y a encore 98 % de benzol récupéré. Le véhicule joue un grand rôle ; l'absorption est meilleure dans l'hydrogène que dans l'air, et meilleure dans l'air sec que dans l'air humide. Un charbon actif absorbe notablement plus d'oxygène ou de méthane que d'hydrogène et encore plus de vapeur d'eau. Il semble que les molécules de ces corps garnissant le charbon diminuent son efficacité vis-à-vis des molécules de benzène par exemple, et d'autant plus que le benzène est plus dilué. La vapeur d'eau en grand excès et constamment renouvelée facilite extrêmement le dégagement du benzène absorbé dans le charbon.

4. Qu'est-ce qui distingue les charbons activés des charbons de simple calcination ?

Pour les gaz assez éloignés de leur point de liquéfaction sous la pression atmosphérique, la différence n'est pas très grande.

Voici les poids d'oxygène absorbés par 100 gr. de charbon dans diverses conditions :

Corps	Températures	
—	20°	183°
Charbon de noix de coco	15,7	219,4
Charbon activé	21	663,2

On voit que la température se rapprochant du point de liquéfaction de l'oxygène, la supériorité notable du second charbon sur le premier devient évidente. La supériorité du charbon actif se montre donc surtout pour les corps facilement condensables.

5. « En résumé, conclut M. Urbain, le charbon est doué de certaines propriétés qu'il a en commun avec beaucoup de corps poreux, quoique à un degré bien plus grand. Il a aussi ses propriétés individuelles, je dirai presque ses goûts personnels. Ces propriétés, ce ne sont pas les procédés d'activation qui les lui donnent : les procédés ne sont destinés qu'à écarter les matières pouvant masquer l'absorption ; ils sont incapables de rien changer à cette absorption.

Digitized by Google

« Que nous reste-t-il donc comme moyen d'action ? Bien peu de chose : la variation de la compacité du charbon et c'est tout. Lorsque j'ai découvert l'influence de la compacité, j'ai donné aux expérimentateurs le seul moyen par lequel ils puissent modifier un peu les caractères de l'absorption.

« Est-ce à dire que le résultat n'a pas répondu aux efforts de ces dernières années ?

« L'énorme développement industriel des emplois des charbons absorbants est là pour répondre. Le seul fait d'avoir augmenté considérablement l'activité apparente des charbons végétaux a créé des techniques nouvelles et on en crée tous les jours.

« Il est difficile maintenant aux anciens procédés de lutter contre ce nouveau venu qui a pour lui sa simplicité, sa rusticité et son économie.

« Certes, une certaine esthétique peut faire regretter l'élégance de ces circulations, de ces distillations fractionnées, de ces récupérateurs de chaleur, de ces cycles fermés, tout au moins théoriquement, que présentaient les procédés de récupération par solvants liquides. Mais l'industrie a besoin d'outils simples et robustes, et fait bon marché du point de vue sentimental. C'est cet esser industriel qui nous a donné la notion de l'énorme importance de l'agent de récupération au champ si étendu que constitue le charbon actif.

« Mais c'est là aussi qu'est le danger. Parce qu'il a tant donné, on est tenté de demander au charbon l'impossible et d'oublier que ce n'est que du charbon et non un Protée pouvant prendre toutes les formes et toutes les qualités.

« Notre plus grand adversaire dans cette industrie, c'est l'ignorance enthousiaste qui mène aux déceptions et aux dénigrements injustes, et notre meilleur auxiliaire ce sera la connaissance exacte, hors du cercle étroit des spécialistes, de ce qu'on peut légitimement demander à cette vieille matière qui vient d'être soudainement rajeunie. »

A. Bc.

Botanique

Les jardins alpins. L'Institut de botanique alpine du Lautaret. — Des jardins de plantes alpines ont été créés en diverses contrées de plaine soit comme curiosité ornementale, soit pour l'étude. Le premier jardin alpin véritable fut fondé en 1835, en Basse-Autriche, par J. Gottwald et Lorenz, c'était le jardin de Lilienfeld.

A l'heure actuelle, il existe en France des jardins alpins au Pic du Midi, au Revard, au Lautaret et dans le Massif Central.

M. Marcel Mirande, professeur de Botanique de la Faculté des Sciences de Grenoble, a montré, dans une très intéressante notice, le rôle utilitaire de ces stations d'étude, tant pour l'avancement des sciences botanique et agronomique que pour des applications économiques pratiques. Ces stations de recherches ne sont d'ailleurs pas, ici, à justifier, mais il est utile pour l'orientation des travailleurs de diffuser le plus possible les idées émises par le Directeur de l'Institut botanique du Lautaret (*Annuaire de la Société française d'Economie alpestre.*)

C'est ainsi qu'il a résumé le programme de recherches ouvert à l'activité du botaniste alpin :

Étude comparée des flores des diverses régions montagneuses du globe ;

Recherches sur la variabilité et la fixité des espèces. Leur adaptation au climat, à l'altitude, à l'humidité, à la lumière, au terrain ;

Etude des saisons biologiques en haute altitude ; différences dues à la température, à l'intensité et à la durée de la radiation solaire ; influence de l'humidité relative et absolue de l'air, de la pluie et de la neige, de la direction et de la force des vents ; mode d'hivernage des plantes ; mode de reproduction végétative de certains végétaux à la zone alpine supérieure ;

Biologie des espèces ligneuses ; leurs limites extrêmes et causes qui influent sur ces limites et qui les règlent ; dommages qu'elles subissent de la part du climat des animaux ; écologie et phénologie de ces espèces ;

Photo Laval.

Fig. 222. — La chaîne de la Meije et le Chalet P. L. M.

Étude sur la formation des pigments ; variation des colorations florales avec l'altitude. Recherches sur l'optimum d'altitude pour la coloration des fleurs ; facteurs qui influent sur la pigmentation ; influence de la radiation ; mesures actiniques par des procédés biologiques ; rôle de l'ionisation et de la radio-activité de l'atmosphère sur la formation des pigments ;

Recherches sur la respiration, la transpiration, l'assimilation chlorophyllienne en fonction de l'altitude ;

Photo Laval.

Fig. 223. — Le Chalet P. L. M. et le Combeynot.

Recherches sur l'adaptation des organes de reproduction et de dissémination ; sur la formation spontanée ou artificielle des hybrides ; sur la parthénogénèse chez les plantes de montagne, etc..

D'un autre côté, M. Mirande constate très judicieu-

Digitized by Google

sement qu'on a perfectionné beaucoup l'agriculture, l'agriculture de la plaine s'entend, mais qu'on n'a pas encore fait bénéficier celle de la montagne des bienfaits du perfectionnement scientifique.

Étudier les variétés de plantes économiques des montagnes : créer, sélectionner des céréales pour les populations de la montagne, sélectionner des plantes fourragères. Introduire, de régions diverses, peut-être très éloignées, des variétés capables de rendre service soit pour l'alimentation des animaux, soit pour celle de l'homme qui a le courage de se maintenir à 1.500 ou à 2.000 m. Rechercher l'influence des engrais chimiques sur ces terres, en régler l'emploi. Acclimater des plantes utiles de la plaine, sélectionner des variétés capables de se développer sous les climats rudes, ce sera rendre d'immenses services aux populations de nos montagnes, lutter contre leur désertion.

L'étude des plantes médicinales alpines est tout un grand chapitre des recherches à faire dans un jardin alpin.

Les études forestières quoique déjà très développées sur le terrain même par l'Administration des Eaux et Forêts peuvent aussi tirer parti de recherches botaniques alpines.

Comme application agricole immédiate déjà entreprise il faut citer la recherche de blés à grand rendement résistant au froid. Tout récemment M. Schribaux poussait ce cri d'alarme : « Tous nos blés à grand rendement, nos hybrides de la grande culture moderne qui sont bientôt presque seuls cultivés en France, n'ont qu'une faible résistance au froid. » On ose à peine se représen-

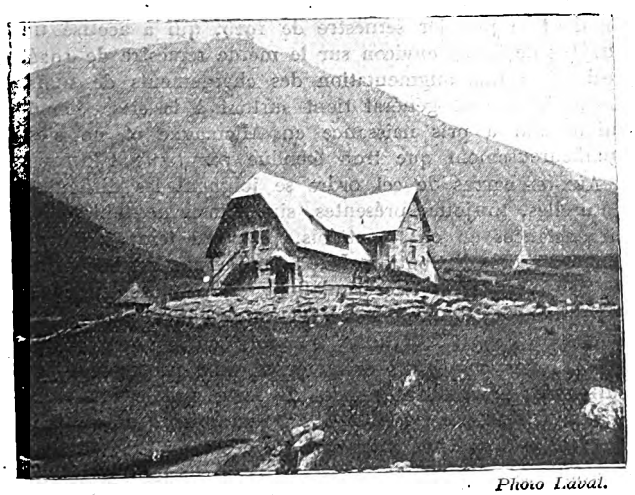


Photo Laval.

Fig. 224. — Au jardin alpin du Lautaret.

ter le désastre que serait un hiver un peu rigoureux auquel on doit toujours s'attendre.

Aussi l'Institut des Recherches agronomiques a-t-il créé des stations d'altitude, par exemple celle du fort des Rousses à 1.200 m., qui sont chargées de sélectionner des variétés résistant au froid. Ces créations sont des applications directes des études botaniques alpines.

Le jardin botanique alpin le plus élevé de France, et sans doute d'Europe, est celui du Pic du midi à 2.860 m. A ce jardin est annexée une autre station à 1.900 m. où les études sont poursuivies en corrélation. L'acclimatation d'arbres, des essais d'introduction de plantes diverses, potagères, céréales, fourragères, des recherches de climatologie, de physique végétale y sont effectuées.

Au Revard, près d'Aix-les-Bains, à 1.500 m. est installée une station de recherches pour l'amélioration des prairies, pour la culture des essences forestières exotiques, pour la culture des plantes médicinales alpines, etc. M. Mirande signale que 224 arbres y ont été plantés.

Au Lautaret où les botanistes ont reconnu un eden floristique, selon l'expression de M. Mirande, il était naturel que l'un d'eux y vînt installer un jardin alpin. Depuis 1899 où le professeur Lachmann, de l'Université de Grenoble, commença les premiers travaux, d'importantes installations ont été faites. Aujourd'hui un superbe chalet en maçonnerie offre aux travailleurs scientifiques un abri confortable ; en outre un matériel d'études déjà important est à leur disposition.

Le jardin compte 3.000 espèces réparties en massifs spéciaux aux Alpes Occidentales, aux Alpes Orientales, aux Carpathes, au Caucase et à l'Oural, à l'Himalaya, au Thibet, à la Sibérie, aux régions arctiques et aux divers massifs montagneux d'Amérique, d'Océanie, du Japon...

Il est à peine besoin de souligner ce que pourra donner de résultats féconds pour la science et pour la pratique horticole et agricole une aussi riche collection de plantes étudiées dans des conditions aussi voisines que possible de leur habitat naturel ou bien telles que l'influence du climat puisse être observée avec le plus de chance de succès.

En ce qui concerne l'organisation matérielle actuelle, on peut dire qu'elle est l'œuvre de trois collaborations : le Professeur Mirande a poursuivi avec une ténacité couronnée de succès la création d'un Institut de botanique alpine, là où il n'existait qu'un embryon de Jardin alpin. Le Touring-Club de France comprenant l'intérêt national de cette création a subventionné l'œuvre naissante et il a permis de construire le confortable et solide chalet actuel. Enfin en 1920 Mme la baronne de Blonay par un legs à cette Association a fondé une bourse annuelle de 2.000 francs destinée à un jeune savant qui voudrait faire des recherches botaniques au Lautaret pendant les vacances : le chalet est maintenant organisé pour loger quelques travailleurs de passage (1).

L'Institut de botanique du Lautaret constitue un centre d'études dont l'importance n'échappera à personne, il mérite d'être visité — et il l'est — par un grand nombre de savants français et étrangers auxquels il permet des recherches très originales. C'est donc un établissement à aider, à encourager, par tous les moyens.

On peut même songer à créer en annexe, ou à côté de l'Institut de botanique, un Institut scientifique alpin au Lautaret, ouvert non seulement aux botanistes mais aux physiciens, aux chimistes, aux géologues, aux biologistes, aux médecins, car il n'est guère de discipline de la science qui ne puisse tirer parti d'études poursuivies en montagne. Qu'une pareille création paraisse utile à justifier ici, ce serait paradoxal.

Laurent RIGOTARD,
Ingénieur agronome.

(1) Je suis heureux de remercier ici, M. Henri Laval, qui en 1925 a travaillé au Laboratoire, d'avoir bien voulu mettre à ma disposition, ses excellents clichés.

Digitized by Google

Démographie

Les Naturalisations en France en 1924. — Dans le nombre considérable d'étrangers résidant en France, il y a tout naturellement des naturalisations qui sont assez nombreuses : 5.224 en 1924 contre 4.420 en 1923 soit un accroissement de 804 ou 20 % environ. Sur ce nombre total 3.511 hommes dont 3.090 résidant en France depuis plus de dix ans. Laissons de côté les détails de l'intéressante statistique due à M. Fleys, directeur des Affaires civiles et du Sceau (*Journal Officiel*, 7 mai 1925) et retenons seulement, que le plus grand nombre des naturalisés sont des ouvriers de la petite industrie 1.513 ou 43 %, puis des industriels et commerçants 588 ou 16,7 %, des employés de commerce et d'administration 421 ou 12 %, des journaliers 322 ou 9,1 %, des travailleurs agricoles, 291 ou 8,4 %. Enfin 187 ou 5,3 % appartiennent aux professions libérales.

Les nationalités d'origine sont intéressantes à connaître, les voici :

Italiens, 1.430; Allemands, 350; Belges, 503; Suisses, 114; Espagnols, 234; Anglais, 36; Grecs, 32; Autrichiens, 48; Hongrois, 16; Russes, 276; Roumains, 92; Hollandais, 15; Polonais, 142; Ottomans, 87; Tunisiens, 9; Tchécoslovaques, 18; divers, 68. Parmi les divers 7 Américains, 11 Arméniens, 7 Syriens, 5 Bulgares, 4 Serbes et Croates, 3 Libanais, 2 Norvégiens, 2 Danois, 1 Monégasque, 1 Argentin, 2 Egyptiens, 1 Portugais, 1 Vénézuélien, 1 Suédois, 1 Colombien.

Parmi les 1.713 femmes naturalisées : 600 Italiennes, 448 Allemandes, 171 Belges, 155 Russes, 70 Polonaises, 58 Espagnoles, 52 Roumaines, 43 Ottomanes, 29 Suissesses, 15 Autrichiennes, de 1 à 7 pour les autres nationalités citées .

Les 5.224 étrangers naturalisés en 1924 avaient 7.140 enfants dont 2.298 étaient déjà Français.

Les droits de chancellerie pour obtenir la naturalisation, s'élèvent actuellement à 1.276 francs. 889 naturalisations ont été faites en acquittant les droits entiers, 2.888 avec des remises partielles et 1.447 étrangers ont obtenu la remise totale des droits.

Il faut savoir que 504 demandes ont été rejetées, pour condamnations antérieures ou renseignements défavorables.

Un certain nombre de naturalisations algériennes ont été faites : 410 dont la moitié d'Espagnols et près de 40 % d'Italiens. Des personnes ont été naturalisées dans les Colonies : 818.

Enfin des réintégrations dans la qualité de Français ont été accordées au nombre de 2.092 dont 2.045 femmes, la plupart après naturalisation de leur mari.

En outre 4.392 déclarations de nationalité ont été faites en vue d'acquérir la qualité de Français ou de renoncer à la répudiation de ladite qualité.

Dans l'ensemble 19.385 individus sont devenus Français en 1924 contre 20.308 en 1925.

Le classement par département des individus naturalisés donne : Seine, 4.367; Bouches-du-Rhône, 2.708; Nord, 2.082; Moselle, 804; Alpes-Maritimes, 737; Var, 544, etc.

Des déclarations ont été souscrites au Ministère de la Justice pour répudier la qualité de Français par 316 Belges, 289 Italiens, 100 Suisses, 733 Anglais, 53 Espagnols, etc. Le nombre élevé d'Anglais est dû à 710 Anglo-Maltais en résidence en Tunisie qui ont usé de la loi du 20 décembre 1923 sur la répudiation de la 1re génération.

Le nombre des Français ayant demandé leur naturalisation à l'étranger est de 41 seulement dont : Belgique, 14; Suisse, 10; Grande-Bretagne, 8 etc. En outre 185 options suisses de fils de Français résidant en Suisse et parvenus à la majorité. 30 options belges.

L'Economiste Français du 15 août donne sur le mouvement des naturalisations en 1924 les détails les plus étendus. L. R.

Géographie

La navigation du Danube. — La guerre et ses conséquences, en particulier les modifications profondes subies par la carte politique de l'Europe Centrale, ont eu, comme il fallait s'y attendre, leur répercussion sur la navigation du Danube. Autrefois, entre Passau, sur la rive bavaroise, et Orsova, près des Portes de Fer, dans les Alpes de Transylvanie, le fleuve restait exclusivement autrichien. Aujourd'hui, après avoir traversé l'Autriche, il sépare la Tchécoslovaquie de la Hongrie, pays qu'il arrose encore au sud. Puis il coule en territoire serbo-croate-slovène, au lieu de constituer, comme il le faisait, une partie de la frontière entre la Serbie et l'Autriche. Des Portes de Fer à la Mer Noire, il n'y a pas eu de changement notable.

Au total, à l'heure actuelle, le Danube relève de sept nations différentes. De Passau à Orsova, il ne franchit pas moins de quatre frontières, au passage desquelles les formalités d'usage contraignent bateaux et remorqueurs à des retards fâcheux. Selon un rapport de W.-D. Hines à la Société des Nations, ces retards atteindraient annuellement 6.000 journées de bateau, avec perte de temps correspondante pour les remorqueurs. En 1923 et 1924, le trafic ne parvenait qu'à dépasser très peu la moitié de son ancienne valeur normale. Il s'est légèrement relevé pendant le premier semestre de 1925, qui a accusé un surplus de 50 % environ sur le même semestre de 1924, ceci dû à une augmentation des chargements de maïs. Le fléchissement général tient surtout à la crise économique qui a pris naissance en Allemagne et ne s'est malheureusement que trop étendue par toute l'Europe.

Aux embarras de cet ordre se joignent les difficultés naturelles, toujours présentes, sinon insurmontables; les circonstances en ont, toutefois, pour un temps, distrait plus ou moins l'attention. Le lit du Danube est encombré de bas-fonds dont l'accumulation, en certains endroits, contrarie sérieusement la navigation. Dans la région des Portes de Fer, il faut lutter à la fois contre de multiples écueils, des courbures dangereuses, une profondeur insuffisante, un courant rapide, de sorte que le plus souvent, il n'est pas possible à un remorqueur d'entraîner à sa suite plus d'un bateau ou de deux.

Avant guerre, les transports, sur la partie amont du Danube, étaient assurés par des compagnies autrichiennes et hongroises, tandis qu'à partir des Portes de Fer, c'étaient plus spécialement des firmes roumaines et grecques qui s'en chargeaient. Maintenant, les compagnies auxquelles ce rôle est dévolu sont de nationalités très diverses, françaises, autrichiennes, hongroises, allemandes, tchécoslovaques, serbo-croates-slovènes, roumaines et hollandaises. D'autre part, le royaume serbo-croate-slovène et la Roumanie n'ont pas accordé aux compagnies étrangères la liberté commerciale sur le Danube, interdiction qui comprend les affluents regardés comme eaux territoriales et non internationales, ce qui n'a guère facilité les transactions. Toujours à cause des mêmes tendances nationalistes, l'installation des ports par des compagnies étrangères a soulevé des objections.

(1) *Engineering*, 2 octobre 1925.

Digitized by Google

Ainsi, en dépit d'une situation géographique exceptionnellement avantageuse, le développement commercial du Danube n'est pas en progression. Les entraves tiennent en majeure partie au trop grand nombre des États appelés à trancher les questions. Seule une coopération internationale pourrait être efficace, et nul doute d'ailleurs que tout plan de réalisation n'exige le concours de compagnies étrangères, françaises, hollandaises, allemandes et grecques. A côté du trafic fluvial, il convient encore de mentionner le trafic ferroviaire; il est à la fois en liaison et en rivalité avec le premier, et lui aussi, cela va sans dire, bénéficierait grandement d'une unité de vues plus étroite entre les nations intéressées.

S. V.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Composition chimique des aciers à outils. — Ces dernières années, on a attribué une plus grande importance à la structure des aciers à outils qu'à leur composition et les derniers perfectionnements de ces aciers se rapportent plus à leur structure qu'à leur composition. On sait que deux pièces d'acier peuvent avoir la même composition, l'une étant bonne et l'autre défectueuse. Mais si la composition chimique ne convient pas dès le début, on peut donner à cet acier tous les traitements qu'on veut, jamais on n'arrivera à en faire un acier convenable. La composition chimique sert de base, mais il y a des variations importantes entre les analyses du même type d'acier provenant de différents fabricants. On a bien essayé de standardiser la composition chimique des aciers à outils mais cette standardisation s'est bornée à établir quelques vagues spécifications pour les aciers au carbone et les aciers à coupe rapide. Il est probable que cette standardisation n'a pu aller plus loin par suite du manque de limite dans les usages des aciers à outils et par ce fait qu'une analyse peut convenir pour un outil et qu'il est avantageux de la changer pour un autre outil. Il faut aussi se rappeler que les aciers rapides sont relativement récents et que les fabricants d'acier à outils ne cessent de faire des essais et des recherches pour améliorer leurs aciers. La standardisation des aciers à outils tendrait à limiter les recherches et s'opposerait à leur amélioration.

Aux États-Unis, on emploie environ 250 marques différentes d'aciers rapides, d'aciers alliages et d'aciers au carbone qui ont tous pris une grande extension. Il y a probablement encore de 300 à 600 autres marques qui n'ont qu'un emploi limité. A l'exception des aciers au carbone, il y a un fort écart dans la composition de ces différentes marques représentant le même type d'acier et recommandées pour le même usage. Cette variation dans la composition entraîne une masse de désagréments entre le producteur et le consommateur, car on ne peut se mettre d'accord sur la meilleure composition à donner à chaque type d'acier.

Le type le plus simple, c'est l'acier au carbone. Les analyses d'acier chez les différents fabricants présentent une teneur minimum en silicium de 0,10 % et un maximum de 0,35 %. On ajoute le silicium à l'acier surtout pour le désoxyder. Dans les aciers à haute teneur en carbone, il les rend cassants et diminue la finesse de l'arête. Cela ne se fait guère remarquer pour les faibles teneurs et il est probable qu'on ne remarquerait aucune différence entre les teneurs de 0,10 et 0,30 %. Si, cependant à 0,40 % le silicium approche de la teneur où ses effets se font vivement sentir. La plus faible teneur en manganèse des aciers examinés est de 0,10 % et la teneur la plus élevée est de 0,40 %. Bien que le manganèse dans les aciers à faible et à moyenne teneur en carbone remplisse le rôle d'adoucissant, il rend fragiles les aciers à haute teneur en carbone trempés et augmente aussi le danger de criques à la trempe. La teneur de 0,30 % de manganèse devrait donc représenter le maximum puisqu'à 0,45 % il peut causer de graves ennuis.

Le soufre et le phosphore varient de 0,02 à 0,035 %. Il est probable qu'on ne peut noter aucune différence entre les teneurs de 0,02 et de 0,035 % de soufre et de phosphore mais quand elles dépassent 0,035 % leur action se fait immédiatement remarquer. Il serait bon de limiter le chrome et le tungstène au total de 0,10 % dans les aciers au carbone destinés à différents usages car chacun de ces éléments augmente la profondeur de trempe. Parfois cependant on cherche cette propriété et un consommateur spécifie de 0,10 à 0,30 % de chrome pour une qualité d'acier à outils. Il faudrait tenir ces deux métaux en dessous de 0,10 % et si un consommateur désire une plus grande profondeur de trempe dans un acier au carbone, il devrait spécifier un acier alliage.

Le nickel est très nuisible même en teneur faible dans les aciers à outils au carbone et c'est précisément un élément qu'on trouve en faible teneur dans presque toutes les ferrailles. Une teneur de 0,20 % de nickel rend grossier le grain des aciers au carbone trempés et les rend fragiles. Il est difficile de spécifier la teneur exacte au-dessus de laquelle le nickel devient dangereux, mais on ne devrait jamais permettre au-dessus de 0,10 %. Un consommateur spécifiera un maximum de 0,05 % de cuivre probablement parce que cette teneur peut être obtenue au four Martin. Le cuivre rend l'acier fragile (surtout à chaud), pour une teneur supérieure à 0,05 %. Certains fabricants font de l'acier au carbone contenant de 0,10 à 0,40 % de vanadium qui améliore certainement beaucoup l'acier. Le vanadium augmente la résistance de l'acier et a un effet prononcé sur la finesse du grain.

Dans les aciers trempés dans l'huile, le manganèse agit comme élément durcissant mais quand sa teneur est trop élevée, il en résulte souvent des casses. C'est pourquoi on diminue le manganèse et ajoute du tungstène ou du chrome ou tous les deux simultanément. Une teneur en chrome de 0,50 % seule ne suffit pas pour procurer la dureté nécessaire avec une teneur en manganèse d'environ 1,00 à 1,20 %, il en est de même pour l'addition de 0,50 % de tungstène. Le tungstène cependant est un excellent durcissant et il donne un acier excellent quand il y a du chrome pour aider sa solution. Une légère teneur en vanadium semble augmenter la résistance. Presque tous les fabricants d'aciers à outils font maintenant un acier riche en carbone, pauvre en tungstène qui dans certains cas remplace l'acier simplement au carbone. Cet acier présente de nombreuses variétés contenant en outre du chrome et du vanadium. Le tungstène est plus soluble dans l'acier contenant du chrome que dans les aciers n'en contenant pas. L'addition de vanadium tend à prévenir les ségrégations et donne un acier bien uniforme. La teneur en tungstène de 1,40 à 1,70 % semble être suffi-

Digitized by Google

sante pour donner la dureté cherchée sans provoquer de fragilité. Une teneur de 0,50 % de chrome semble aussi être suffisante pour procurer à l'acier la capacité de dissoudre facilement le tungstène. Une plus forte teneur de chrome a l'inconvénient de provoquer la fragilité. La teneur en carbone la plus favorable semble être d'environ 1,15 %, les aciers de ce type résistent très bien à l'usure, ils ne se déforment pas à la trempe et sont à l'état trempé moins fragiles que les aciers au manganèse.

Les aciers rapides par suite de leur forte teneur en métaux étrangers et du grand nombre de métaux qui peuvent intervenir dans leur composition admettent les plus grandes variations dans leur composition chimique, cependant 95 % de tous les aciers rapides employés aux États-Unis sont de trois types généraux et dans cette classe, 80 % sont du type contenant 18 % de tungstène, 4 % de chrome et 1 % de vanadium. On groupe ensemble les aciers contenant à peu près la même teneur en carbone et les classe suivant leur teneur en carbone comme les aciers simplement au carbone. Par exemple les aciers contenant de 0,60 à 0,64 C. seront employés pour les matrices, ceux de 0,65 à 0,70 % de carbone pour les aciers à coupe rapide tels que pour les forets, tandis que ceux contenant de 0,70 à 0,75 C. seront employés pour des lames de rabots ; et les lames de cisaille, etc. Les aciers à faible teneur en carbone sont plus doux que les aciers à forte teneur, mais ils ne peuvent acquérir la même dureté à la trempe. Cette teneur en carbone dans les aciers rapides a une importance primordiale et souvent un acier est bon ou mauvais rien que d'après cette teneur. La teneur en silicium varie généralement entre 0,25 et 0,30 %, la teneur de 0,40 % n'a encore aucun effet fâcheux. Au delà, il causerait un peu la fragilité. La teneur en manganèse varie de 0,25 à 0,30 %. Au delà de 0,40 % il peut rendre l'acier fragile.

En résumé, il n'y a pas d'industrie qui ait eu un champ aussi vaste dans l'emploi de l'habileté technique, car la fabrication de l'acier à outils est toujours un art ; c'est encore aussi vrai aujourd'hui qu'à l'époque relativement récente où les secrets de la fabrication étaient cachés et se transmettaient de père en fils. (*Iron and Coal Trades Review*, 30-1-25.) E. P.

Chimie

La silice fondue. — Les applications de la silice fondue se répandent chaque jour. Elihu Thomson, dans un mémoire présenté devant l'Institut Franklin, a rappelé les propriétés essentielles de la substance, et tout le parti qu'on tente actuellement d'en tirer.

La silice ne semble pas posséder un point de fusion défini. Par chauffage, elle s'amollit progressivement et commence à se sublimer vers 1750°. Il y a alors émission de vapeurs qui se condensent en fumées blanches, tandis qu'au sein de la masse encore visqueuse, des bulles s'élèvent lentement. Afin d'écraser ces bulles qui provoquent de l'opacité, on soumet les masses fondues à une pression élevée pendant le refroidissement. On clarifie aussi en laissant la silice s'écouler par d'étroits orifices.

A la température de la fusion plastique, la silice naturelle cristalline, le quartz ou cristal de roche, subit une dilatation de 17 %, tandis que le retour à la température ordinaire ne lui impose qu'une contraction inférieure à 0,1 %. Il en résulte un abaissement permanent de la densité. Après fusion et refroidissement, la densité de la silice n'est plus que 83 % environ de celle du quartz initial. On met à profit cette curieuse circonstance pour couler des objets de silice dans des moules de charbon.

La silice fondue est remarquable par son peu de sensibilité aux variations thermiques. Son coefficient de dilatation est presque négligeable. A 200°, il n'est que 518.10^{-9}, c'est-à-dire environ le 1/17 de celui du platine. Pour une élévation de température de 1000°, une baguette de 1 mètre de longueur n'augmente que de 1/2 millimètre. Il faut remarquer d'ailleurs que le quartz, qui cristallise en prismes hexagonaux, se comporte tout différemment et donne, de ce point de vue, des résultats fonctions de l'orientation considérée dans le cristal. La dilatation par degré qui, suivant l'axe du cristal, est $781,10^{-8}$ c'est-à-dire inférieure à 1/125.000, atteint presque le double dans la direction transversale, savoir $1.410,10^{-8}$ ou 1/70.000. Or, pour la silice fondue la dilatation par degré est moindre que 1/2.000.000.

Grâce à cette faible dilatation, qui devient insignifiante dans les intervalles courants de température, on pourrait construire en silice, limpide ou trouble, des étalons de longueur sensiblement invariables et des pendules à oscillations très régulières. Elihu Thomson envisage même la construction en quartz des divers organes d'une horloge. On aurait également intérêt à adopter le quartz pour les tubes thermométriques, et encore pour les lentilles des lanternes de projections, qui placées à proximité de l'arc, sont soumises à de violentes inégalités de température.

La silice se laisse traverser par les rayons ultra-violets, ce qui permet son utilisation dans les lampes à mercure. Ces lampes à parois de silice, où un arc éclate dans la vapeur de mercure, et qui fournissent une luminosité verdâtre bien connue, constituent une source ultra-violette intense. Si, d'une manière générale, elles peuvent être dangereuses, en particulier pour les yeux, on les emploie d'autre part avec succès, soit pour la stérilisation, celle de l'eau par exemple, soit encore en vue de la cure de certaines affections cutanées.

Elihu Thomson attire l'attention sur le fait que les vitres ordinaires de verre interceptent une partie de la radiation diurne, utile à l'organisme en ce qu'elle aide à l'assimilation du calcium et à sa combinaison avec le phosphore et l'oxygène : faute de ce facteur, un enfant est exposé au rachitisme, ses os se forment plus difficilement. Des vitres de silice transmettraient mieux que le verre et plus intégralement le rayonnement du soleil ; on fait des essais afin d'obtenir de telles plaques par des procédés qui ne soient pas trop onéreux. Ces plaques ne seraient pas nécessairement, d'ailleurs, d'une perfection optique absolue.

Signalons encore la possibilité de confectionner, en silice fondue opaque, des récipients de cuisson très peu dilatables, résistant à de brusques variations de température et dont les parois pourraient être au besoin assez épaisses, étant donnée leur grande transparence aux rayons calorifiques. En outre, à cause de ses propriétés isolantes, cette silice fondue opaque serait susceptible de remplacer la porcelaine, pour les isolateurs, sur les lignes électriques à haute tension. S. V.

Agriculture

La récolte du blé en 1925. — La statistique agricole annuelle pour 1925 indique pour la France une récolte de 89 millions et demi de quintaux. Une évaluation privée publiée par le *Bulletin des Halles* indique 90 millions de quintaux.

L'*Économiste français* constate que cette récolte se rapproche de la meilleure de la période qui s'étend de

Digitized by Google

1912 à 1925, dont voici un graphique établi d'après les nombres officiels.

Si l'on en croit les statistiques la récolte de 1925 est à 1 et demi % près égale à celle de 1912 bien que la surface ensemencée en blé soit près de 20 % plus faible. Ceci indiquerait donc un accroissement de rendement à l'hectare; nous sommes donc en marche vers une situation qui nous mettra en mesure de nous passer des importations de blé. MM. H. et J. Hitier écrivaient récemment que si la France arrivait au rendement moyen de 17 quintaux à l'hectare, elle pourrait facilement suffire à tous ses besoins.

Dès cette année les importations indispensables seront extrêmement réduites. Elles avaient été en 1923 de 13 millions et demi, en 1924 de 14 millions et demi de quintaux. Elles avaient atteint le maximum de 28.727.000 quintaux en 1916.

Voici maintenant les productions du monde indiquées par l'Institut International d'Agriculture.

Millions de quintaux	1925	1924
Europe (21 pays.)	260,6	200,9
Canada et États-Unis	296,7	308,8
Asie (4 pays)	99,2	108,1
Afrique du Nord (4 pays)	29,4	23,2
U. R. S. S.	180,2	103,9
	866,1	744,9

Dans ces statistiques ne figurent pas un certain nombre de pays dont la France, mais elles représentent environ 90 % de la production de l'hémisphère septentrional, et on peut estimer à 180 millions de quintaux la production de ces pays, ce qui donnerait un total supérieur à un milliard de quintaux.

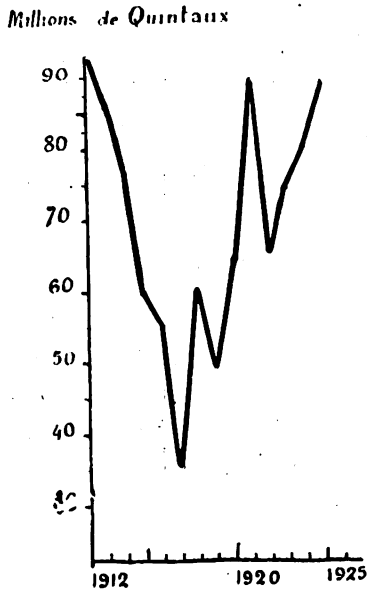


Fig. 225.

Dans l'ensemble la récolte 1925 serait de 16 % supérieure à celle de 1924.

C'est un ensemble de renseignements qui doivent rendre optimistes les statisticiens préoccupés de l'approvisionnement en blé pour la saison en cours.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 mai 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Pierre Humbert* (prés. par M. Appell). — **Sur les fonctions q harmoniques dans l'hyper-espace.**

— *R. Gosse* (prés. par M. Goursat). — **Sur une Note de M. Lainé.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Georges Valeron* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les fonctions méromorphes sans valeurs asymptotiques.**

GÉOMÉTRIE. — *Alfred Rosenblatt.* — **Sur les variétés algébriques à trois dimensions dont les genres satisfont à l'inégalité $P_g \leqq 3\,(p_g - p_a - 3)$.**

ÉLASTICITÉ. — *L. Lecornu.* — **Sur la meule tournante.**

ÉLECTRICITÉ. — *Albert Nodon* (prés. par M. Brillouin). — **Condensateur colloïde.**

Ce condensateur se compose de deux feuillets d'aluminium ou de magnésium séparés l'un de l'autre par un réseau isolant tel qu'un canevas en étoffe dont les vides sont remplis par une pâte épaisse de sesquioxyde de fer colloïdal et de glycérine. Les feuilles métalliques sont protégées par des enveloppes isolantes en ébonite ou en carton parafiné. Ses propriétés permettent certaines utilisations industrielles nécessitant l'emploi de très grandes capacités. Le condensateur colloïde permet de provoquer l'écoulement instantané, dans la terre, des courants à haute fréquence provenant de phénomènes inductifs fortuits dans la ligne. Des applications analogues peuvent être faites dans les lignes télégraphiques et téléphoniques. Enfin, il peut remplir un rôle analogue à celui des soupapes électrolytiques pour garantir les installations industrielles des dangers de surtensions de quelque durée.

MAGNÉTISME. — *R. Forrer* (prés. par M. Jean Perrin). — **Structure de l'aimant atomique. Démonstration de l'existence d'un doublet dans le nickel.**

L'auteur montre, à l'aide de figures, que l'aimant atomique du nickel est un doublet à angle droit. La découverte de ce doublet dans le nickel permet d'expliquer un assez grand nombre de propriétés des ferromagnétiques.

OPTIQUE. — *H. Mineur* (prés. par M. Deslandres). — **Sur la théorie de l'entraînement partiel de l'éther.**

L'auteur démontre à l'aide d'équations, à quelles conditions cinématiques doit satisfaire une théorie de l'entraînement de l'éther par la terre pour rendre compte des faits connus.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Kopaczewski* et *W. Szukiewicz* (prés. par M. d'Arsonval). — **Périodicité des réactions colloïdales.**

Au cours de leurs recherches antérieures sur les phénomènes électrocapillaires, les auteurs avaient remarqué que l'action d'un hydrosol de savon variait avec son âge. Les nouvelles recherches qu'ils ont entreprises sur ce phénomène les conduisent à émettre les conclusions suivantes : 1° Contrairement à l'opinion souvent exprimée, les colloïdes ne vieillissent pas d'une façon continue : leur évolution est périodique avec un rythme de plus en plus lent ; 2° En déterminant les propriétés des colloïdes et en étudiant les réactions colloïdales, il faut dorénavant tenir compte de l'âge de ces liquides, tout comme en dialyse il faut préciser la porosité des membranes ; 3° La périodicité des réactions colloïdales permet de comprendre l'existence de variations périodiques dans la perméabilité de la membrane vivante.

— *Jean Barbaudy* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur la miscibilité, les densités et les indices de réfraction des mélanges d'alcool méthylique, de benzine et d'eau.**

Digitized by Google

Les démonstrations sont faites à l'aide de graphiques. Au cours de ses recherches, l'auteur a constaté un phénomène nouveau relatif aux mélanges hétérogènes. On sait que le benzène, moins dense que l'eau, se rassemble au-dessus de celle-ci par décantation. Si alors on agite avec du benzène une solution d'alcool méthylique très diluée, on obtient, après repos, une couche aqueuse A et une couche benzénique B qui surnage la première. En répétant la même expérience avec une solution concentrée d'alcool méthylique (plus de 70 %) et une qualité convenable de benzène, il se produit encore deux couches, mais cette fois la couche benzénique étant la plus dense se rassemble à la partie inférieure du vase, sous la couche aqueuse. Il y a donc eu dans l'intervalle changement de signe de la différence de densité des deux phases, et il doit se trouver deux couches qui ont rigoureusement la même densité, bien qu'ayant des compositions très différentes, ce que démontre l'auteur.

— *P. Chevenard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Anomalie dilatométrique des alliages nickel-chrome paramagnétiques; alliage pour pyromètre à dilatation.**

Les recherches de l'auteur sur les alliages nickel-chrome-manganèse destinés à la construction d'un étalon pyrométrique l'avaient conduit à admettre une variation linéaire du coefficient de dilatation vrai entre 0° et 900°, quand le titre est compris entre 5 et 10 % Cr. De nouvelles expériences faites avec des alliages plus purs entre — 195° et + 1000° ont révélé, vers 550°, une anomalie imparfaitement réversible, consistant en un coude de la courbe dilatométrique.

L'étude des particularités de cette anomalie a montré notamment que, pour les alliages Ni-Cr paramagnétiques, elle est comparable à celle des solutions solides Cu-Al riches en cuivre. L'accroissement a du coefficient de dilation vrai, nulle pour Ni augmente d'abord avec la teneur en Cr puis s'infléchit vers 10 % Cr et paraît tendre vers un maximum. Le manganèse atténue l'amplitude a.

L'alliage pour aiguille pyrométrique doit être peu oxydable, rigide à chaud et exempt d'anomalie dilatométrique. Cette dernière qualité appartient à certains ferronickels chromés amagnétiques ; mais les deux premières sont beaucoup mieux réalisées dans les alliages nickel-chrome du type baros.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Raymond Quelet* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Synthèse de dérivés du para-bromoallylbenzène.**

En partant du dérivé magnésien du para-bromopropénylbenzène, l'auteur a obtenu par condensation avec l'oxygène : le para-propénylphénol ou para-anol. Par condensation avec l'orthoformiate d'éthyle : la para-propénylbenzaldéhyde. Celle-ci donne une semi-carbazone cristallisant en aiguilles et fondant instantanément à 230°.

A l'aide du magnésien du p bromoallylbenzène, il a réalisé la synthèse du p-allyphénol ou chavicol et de la p allylbenzaldéhyde.

MINÉRALOGIE. — *A. Kastler* (prés. par M. G. Urbain). — **Contribution à l'étude de la pollucite.**

La pollucite est un feldspathoïde cœsifère répondant à la formule $H^2 R'^2 Al^2 (Si O^3)^5$ où R' représente l'ensemble des métaux alcalins. Ce minéral rare a été trouvé dans l'Ile d'Elbe et en Amérique. La pollucite de l'Ile d'Elbe renferme SiO^2 46, 48 ; $Al^2O^3 + Fe^2O^3$ 17,24 ; Cs^2O 30, 53 ; Na^2O 2, 3 ; H^2O 2, 32. Celle d'Amérique a une composition analogue. La pollucite n'est pas radioactive.

SISMOLOGIE. — *Lacoste.* — **Séismes observés au centre de la France en 1925.**

Les contreforts nord et nord-ouest du Massif Central ont été particulièrement troublés en 1925, le 26 septembre, le 3 décembre, le 9 décembre, les 28, 29, 30 et 31 décembre 1925.

Le 26 septembre, la zone la plus frappée affecte une forme presque elliptique qui de Châteaumeillant (Cher) se dirige vers l'Ouest, atteint Bellac (Haute-Vienne) et s'incline ensuite vers Saint-Junien (Haute-Vienne). Ce sont donc des pays à grès argileux, ou à micashistes plissés qui ont été le plus frappés. Il paraît probable que le séisme est dû au mouvement d'un ou plusieurs compartiments de la marqueterie terrestre entre les failles qui les délimitent.

Le séisme du 3 décembre paraît être une réplique du précédent, mais avec un déplacement de la zone épicentrale. Le séisme du 9 décembre a été moins important que les précédents ; son épicentre paraît s'être approché de celui du 26 décembre. L. FRANCHET.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P.A. Dangeard* et *Kin Chou-Tsang.* — **Recherches sur les formations cellulaires contenues dans le cytoplasme des Péronosporées.**

Dans la reproduction asexuelle, les cytosmes sont transmis aux zoospores par le mycélium, au même titre que les noyaux, leur ensemble constitue, dans chaque zoospore, une forte réserve de chromatine.

L'œuf qui donnera naissance à de nouvelles générations contient, à côté de très nombreux cytosomes d'origine femelle, un certain nombre de cytosomes d'origine mâle.

PALÉOBOTANIQUE. — *Armand Renier* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Sur l'existence de *Coal balls* dans le bassin houiller des Asturies.**

Les couches de houille, dont le toit géologique renferme les restes d'une faune marine, présentent constamment certaines particularités diagénétiques. C'est fréquemment, mais localement, une calcification hâtive qui, dans certains cas, aboutit au passage latéral à un calcaire massif, plus souvent à la formation de nodules d'aspect tortueux, les *coal balls* des Anglais, les *Torfspherosiderite* des Allemands.

Le seul *coal ball* des Asturies que l'auteur possède jusqu'ici, a été découvert dans un grenier de la houillère de Lièrès parmi un lot de fossiles remarquables : troncs de Calamites et de Sigillaires, etc. Sa surface, peu régulière, est couverte d'un vernis charbonneux de teinte identique à celle des charbons de cette fosse.

PHYSIOLOGIE. — *J. Giaja* et *X. Chahovitch* (prés. par M. Henneguy). — **Inefficacité de la pilocarpine sur le métabolisme énergétique en l'absence de capsules surrénales.**

Les expériences relatées dans cette Note montrent que la pilocarpine n'élève pas le métabolisme de base du Rat décapsulé, tandis que le métabolisme du Rat normal est doublé et même triplé sous l'influence de ce poison. On doit alors se demander si l'élévation du métabolisme de l'animal normal par la pilocarpine n'a pas lieu par l'intermédiaire des capsules surrénales, l'adrénaline provoquant, on le sait, une forte élévation du métabolisme de base, la pilocarpine, d'autre part, provoquant la secrétion de l'adrénaline.

ZOOLOGIE. — *A. Vedel Taning* (prés. par M. L. Joubin). — **Position du disque céphalique chez les Echénéides au cours de l'ontogenèse.**

Les différentes séries des stades postlarvaires des Échénéides montrent : 1° Que le disque céphalique dans la famille des *Echeneidæ* est ontogénétiquement développé sur la place qu'occupe ordinairement une nageoire dorsale antérieure ; 2° Que peu à peu elle se déplace vers l'avant sur la tête ; 3° Que l'ontogenèse dans les espèces actuelles de cette famille, en ce qui concerne la position du disque céphalique, récapitule la phylogenèse.

PROTISTOLOGIE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. Henneguy). — **Les colorations vitales des Grégarines et les caractères de sexualisation du cytoplasme.**

Les trois espèces de Grégarines du *Tenebrio molitor* prennent des colorations vitales avec divers colorants ou

Digitized by Google

les dérivés par réduction de ces colorants. Les éléments de Golgi ont des affinités pour le rouge neutre, le chondriome a des affinités pour certains réactifs, et les deux segments d'une Grégarine ne se colorent pas toujours avec la même intensité. Mühl voit, dans les différences de colorations au rouge neutre, la preuve d'une différence dans l'acidité des cytoplasmes de deux Grégorines d'un même couple. M. Joyet Lavergne propose une autre interprétation qui fait l'objet de cette note.

Dans l'action directe des colorants sur les Grégarines, si le rouge neutre pénètre directement, grâce aux affinités des éléments de Golgi, on voit les autres colorants pénétrer à l'état de leucodérivés ; leur pénétration est donc précédée d'une réduction. La coloration vitale dépend de la rapidité d'imprégnation du protoplasme, et la cellule à cytoplasme plus réducteur se colore plus vite.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — Y. *Manouélian* et *J. Viala* (prés. par M. Roux). — **Exaltation du virus rabique et corps de Negri.**

Les auteurs ont étudié trois virus différents où les corps de Negri étaient abondants et ils ont fait des passages successifs à travers le chien. Au cours de ces passages, les corpuscules de Negri deviennent de plus en plus rares. L'exaltation du virus rabique s'accompagne donc de la disparition progressive des corps de Negri. Mais pour ce qui est de l'*Encephalitozoon rabici*, on le rencontre constamment en nombre appréciable aussi bien chez les animaux ayant fourni les virus que chez ceux qui ont subi les passages successifs. P. GUÉRIN.

Séance du 31 *mai* 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur la représentation conforme des aires simplement connexes.**

— *Rolin Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Construction d'une classe de fonctionnelles automorphes relatives à un noyau symétrique de Frédhohn.**

— *G. Cerf* (prés. par M. Goursat). — **Transformations de certains systèmes en involution d'équations aux dérivées partielles à deux invariables indépendantes en une équation de premier ordre.**

— *E. Gau* (prés. par M. Goursat). — **Transformation d'une équation aux dérivées partielles du second ordre en une équation du premier ordre.**

— *André Roussel* (prés. par M. Goursat). — **Sur une extension de la méthode de Weierstrass.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier.* — **Déformation d'une surface avec conservation d'un réseau conjugué.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Riabouchinski* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Remarques sur le problème des cavitations.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Distribution dans le temps des perturbations magnétiques terrestres et répartition correspondante dans le soleil des régions qui émettent un rayonnement corpusculaire.**

A la suite de nombreuses observations, l'auteur a constaté la relation qui existe entre les taches solaires et les orages magnétiques. Ceux-ci se succèdent à des intervalles qui sont des multiples de R/6, R étant la durée moyenne de rotation synodique des taches. Les faits étudiés par l'auteur l'ont conduit à une explication simple et nouvelle de la période undécennale et des champs magnétiques solaires. Le rayonnement corpusculaire du soleil serait la cause première de tous ces phénomènes ; il augmente périodiquement lorsque les couches profondes de l'astre plus fortement ionisées ou radioactives, remontent à la surface ; et les points d'émission corpusculaires, comparables à nos volcans, sont distribués régulièrement sur la surface et dans trois couches sous-jacentes, le rayonnement étant d'autant plus intense que la couche active est plus profonde.

ASTRONOMIE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **Limites probables de l'âge du système planétaire, d'après la théorie de la radiation et les données cosmogoniques.**

L'auteur a pu calculer l'âge du système planétaire en se basant sur des considérations assez différentes. Il est conduit au chiffre de 330 millions d'années. On peut soulever l'objection que les roches radioactives précambriennes donnent des volcans allant jusqu'à 1.500 millions d'années, mais on sait que la radioactivité n'existe pas à plus de 16 à 20 km. de profondeur au taux de celle du granit. L'âge calculé par la radioactivité est celui des roches de surface et non l'âge de la terre. Le noyau terrestre en traversant la nébuleuse primitive a capté des matériaux radioactifs limités ainsi à une couche superficielle. L'âge de 1.500 millions d'années peut être celui de la nébuleuse, mais non celui de la terre.

SPECTROSCOPIE. — *Mlle M. Hanot* (prés. par M. A. Cotton). — **Élargissement par absorption des raies de la série de Balmer.**

Les raies spectrales peuvent être élargies par l'absorption de la source elle-même pour ses propres radiations, lorsqu'il existe le long du rayon visuel un grand nombre de particules lumineuses. L'auteur a voulu voir dans quelle mesure il faut attribuer à cet effet l'élargissement des raies de Balmer de l'hydrogène dans le spectre de l'étincelle condensée. Dans ce but elle a cherché comment varient l'éclat maximum et la largeur des raies $H\beta$ et $H\gamma$ lorsqu'une étincelle rayonne à travers une deuxième étincelle identique à la première. Ses observations lui permettent de conclure qu'il y a certainement absorption par la seconde étincelle et que cette absorption est de l'ordre de 30 % au centre de chaque raie.

— *Jean Dufay* (prés. par M. Cotton). — **Spectres des éclairs.**

Entre 5700 et 3850 Å, Fox a identifié le spectre de raies avec celui d'une étincelle condensée, dans l'air, à la pression ordinaire. Au-dessous de 3850 Å, il ne paraît pas avoir été observé et l'auteur a cherché à étudier à l'aide d'un spectrographe à fente peu dispersif, mais très lumineux, muni de prismes et de lentilles de quartz. Sur 14 spectres, 13 ont montré seulement, dans l'ultraviolet, des bandes de l'azote. Dans les régions bleue et violette, 12 clichés montrent deux bandes larges et faibles commençant vers 4650 et 4260 Å. Un dernier spectre obtenu en exposant une plaque panchromatique à une série d'éclairs éblouissants se présente différemment : sur un fond continu intense couvrant de 6.550 à 2860 Å environ, les bandes 3914, 3577, 3371, 3309, 3160 et 2976 n'apparaissent que faiblement, tandis que se détachent une série de raies ou de bandes étroites. Au-dessus de 3850 elles coïncident avec celles décrites par Fox ; au-dessous elles semblent encore appartenir au spectre de l'étincelle dans l'air.

— *C. G. Bedreag* (prés. par M. de Broglie). — **Sur la structure complexe du spectre du cuivre.**

L'auteur donne deux exemples de quartets situés l'un dans la région λ 3483, 3512, 3545 et le second dans la région 3621, 3635, 3645. Il a observé dans les raies du premier une raie nouvelle de longueur d'onde 3513,26, qui, prévue par le calcul, fut trouvée sur les clichés pris dans cette région avec le spectrographe à réseau et le spectrographe à quartz. Dans le deuxième quartet, il a observé deux raies nouvelles de faible intensité mais très distinctes, une raie faible à peine séparée de la raie intense 3645,2 dans un spectre à réseau pris avec une fente d'environ 0 mm. 015.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Vaillant* (prés. par M. Perrin). — **Le passage du courant dans les sels solides.**

L'auteur a étudié les causes des divergences que présentent les données expérimentales relativement à la loi de variation thermique de la conductibilité des sels solides et particu-

Digitized by Google

lièrement de NaCl. Il a déterminé sur quelques sels les conductibilités relatives pour trois températures fixes et bien déterminées, points de solidification de Sn, Pb et Zn. Le sel métallique (petite perle soudée à deux fils de platine) est introduit dans le bain métallique par l'intermédiaire d'un tube de silice fermé à un bout et, après que celui-ci a été maintenu une demi-heure environ au point de solidification, la résistance de la perle est déterminée par la méthode du pont. Pour chaque mesure, la force électromotrice est limitée à la valeur qui correspond à une approximation du centième environ, le courant qui est inversé d'une lecture à l'autre ne passant chaque fois que le temps nécessaire à reconnaître le sens de la déviation.

Les résultats obtenus sont exposés dans un tableau.

— *F. Holweck* (prés. par M. J. Perrin). — **Discussions et expériences récentes sur les rayons X mous.**

L'auteur met en parallèle ses propres observations et celles de M. Dauvillier, d'où il ressort qu'il semble définitivement établi que le spectre des rayons mous des corps lourds se compose presqu'exclusivement d'un fond continu. Par contre les corps légers, perturbés dans leur niveau K ou L, manifestent brillamment leurs raies caractéristiques. Un seul point reste obscur : la valeur respective de l'intensité du fond continu dans ces deux cas.

L'auteur discute également l'origine de la discontinuité observée aux environs de 280 volts, attribuée à K du carbone.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Lebeau* et *A. Damiens* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le tétrafluorure de carbone.**

Dans la préparation du glucinium par l'électrolyse d'un bain fondu constitué par un mélange de fluorure de ce métal avec un fluorure alcalin, il y a formation à l'anode d'un produit gazeux contenant du fluor et du carbone. On le retrouve également dans la préparation du fluor par l'action du courant sur le fluorure acide de potassium fondu. Les auteurs ont étudié la nature des composés qui prennent naissance dans ces conditions. Ils ont été conduits à isoler à l'état de pureté un gaz dont ils décrivent les propriétés : sa composition correspond à celle du tétrafluorure de carbone F^4 C. Le gaz décrit antérieurement sous ce nom par Moissan et par Chabrié possédait des propriétés très différentes et constituait certainement un mélange complexe de produits plus ou moins volatils.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M^me Ramart* et *M^lle Amagat* (prés. par M. G. Urbain). — **Transpositions moléculaires dans la série des α. α. α. alcoyldiaryléthanols.**

Les auteurs ont pu préparer plusieurs composés soit nouveaux, soit obtenus antérieurement par des procédés différents. Ce sont :

1° Le triphényl — 2. 2. 3 — propanol—1 obtenu en réduisant le diphénylbenzyl acétate de benzyle par le sodium et l'alcool absolu.

2° Le triphényl — 1. 2. 3 — propanol—2 obtenu en condensant le chlorure de benzyle-magnésium avec le désoxybenzoïne.

3° Le triphényl — 1. 2. 3 — propène—1 obtenu en traitant l'alcool par P^2O^5.

4° Le triphényl — 1. 1. 3— propanol — 1 obtenu en faisant agir le bromure de phenylmagnésium sur le γ-phényl-propionate d'éthyle.

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *M. Mâche-bœuf.* — **Sur la teneur relativement élevée du pancréas en nickel et en cobalt.**

En opérant chaque fois sur 200 gr. de pancréas très frais d'origines diverses (bœuf, veau, cheval, mouton, porc), les auteurs ont constaté que cet organe est un des plus riches en nickel et en cobalt. Les préparations d'insuline peuvent contenir des centaines de fois plus de nickel et de cobalt que les glandes d'où elles ont été extraites.

MICROBIOLOGIE. — *H. Vincent.* — **Sur les propriétés générales des *cryptotoxines*, en particulier de la cryptotoxine tétanique.**

L'addition du palmitate de sodium en proportions très faibles a la propriété d'annihiler entièrement la nocivité de diverses toxines microbiennes dont quelques-unes : tétanique, diphtérique, colibacillaire, toxine du *B. œdematieus*, sont si énergiques. Ce palmitate agit à dose presque infinitésimale.

Les toxines ainsi inactivées ne sont cependant pas réellement détruites. Elles sont dissimulées, elles sont devenues des *cryptotoxines* inoffensives. Elles forment avec le palmitate de sodium un complexe difficilement dissociable.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Liliacées. Développement de l'embryon chez l'Allium ursinum L.**

Les lois du développement sont les mêmes, dans leurs traits essentiels, chez l'*Anthericum ramosum* et chez l'*Allium ursinum*. Les particularités qu'on pourrait relever chez cette dernière espèce seraient les suivantes : 1° il n'apparaît pas d'octants, les segmentations des quadrants étant obliques ou verticales ; 2° il ne se forme pas de suspenseur, les cellules les plus inférieures du proembryon entrant dans la constitution de la coiffe ; 3° les tissus à l'extrémité radiculaire paraissent nettement séparés.

BOTANIQUE. — *J. Beauverie* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur les bases cytologiques de la théorie du mycoplasma.**

Les « nucléoles » que le savant suédois J. Eriksson a décrits comme appartenant au Mycoplasma et qui en constitueraient la preuve histologique ne sont autres, d'après l'auteur, que des produits de dégénérescence (granules plus ou moins fusionnés de substance albumino-lipoïde provenant du chondriome-plastidome, gouttelettes plus ou moins fusionnées provenant de la dégénérescence huileuse, du pigment chlorophyllien.

CRYPTOGAMIE. — *G. Ollivier* (prés. par M. L. Madgin). — *Thalassoascus Tregoubovi* **(nov. gen., nov. sp.), pyrénomycète marin, parasite des Cutleriacées.**

L'auteur donne la description et fait connaître le mode de reproduction d'un curieux parasite qu'il considère comme un champignon ascomycète. Dédiant l'espèce au D^r G. Trégouboff, sous-directeur du laboratoire maritime de Villefranche-sur-Mer, il propose de donner le nom de *Thalassoascus Tregoubovi* à ce parasite qui se développe à la face inférieure et à l'intérieur de *Zanardinia* et *Aglaozonia*.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Theodor Lippmaa* (prés. par M. Guignard). — **Sur les Hématocarotinoïdes et les Xanthocarotinoïdes.**

Les carotinoïdes sont divisés en deux groupes biologiques : les xanthocarotinoïdes et les hématocarotinoïdes. Dans le premier groupe se trouvent les deux carotinoïdes jaunes qui accompagnent la chlorophylle : la carotine et la xanthophylle (ou les xanthophylles d'après Tswett). Les hématocarotinoïdes (lycopine, rhodoxanthine, etc.) se montrent souvent indépendantes de la chlorophylle. Elles ont une couleur plus intense que les carotinoïdes.

Les anthocyanines et les hématocarotinoïdes ont probablement, dans les organes végétatifs, une fonction écologique qui est en relation avec leurs propriétés optiques.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Quidor* et *Marcel-A. Hérubel* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la perception simultanée et monoculaire de deux images différentes du même objet.**

Les auteurs décrivent une nouvelle expérience qui confirme nettement la théorie de la perception monoculaire du

Digitized by Google

relief exposée dans leur note des *Comptes rendus* du 16 février dernier.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Radiations et chlorophylle.**

Par sa couleur verte, le pigment des feuilles retient les radiations rouges, la couleur complémentaire, et ce sont les plus compatibles avec la persistance de la chlorophylle. Non seulement elles favorisent sa constitution physique et maintiennent l'aspect de verdeur qui lui est propre, mais elles aident aussi à sa diffusion. Ses grains se dispersent à travers le protoplasma en éléments distincts, sans se dissoudre, sans se ramasser en tas. Le pigment chlorophyllien est, de tous les pigments végétaux, celui qui réalise, au sein de la cellule, un travail régulier en tous ses points et par l'absorption des radiations les moins réfrangibles du spectre lumineux.

ENTOMOLOGIE. — *P. Vignon* (prés. par M.-E. L. Bouvier). — **Sur l'anatomie des organes du vol chez les Phasgonuridées actuelles et chez les Protolocustides du Houiller.**

L'auteur expose les résultats généraux de son étude sur la nervation alaire des sauterelles récentes et primitives : celle des premières d'après une superbe collection d'orthoptères exotiques, qui renferme un nombre suffisant de nymphes bien conservées, celle des Protolocustides d'après les remarquables types de Commentry. Pas plus que Comstock et Needham, M. Vignon n'a rencontré de trachée vraiment costale.

ZOOLOGIE. — *Robert Weill* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le cnidome des Trachylides (Trachyméduses et Narcoméduses).**

Les quatre espèces de Trachylides que l'auteur a pu étudier ont un monocnidome vrai; ce sont malheureusement les seuls représentants de cette classe qu'il lui ait été donné de voir *in vivo*. Il est évidemment impossible de prévoir si un monocnidome ne se retrouvera pas dans des espèces appartenant à d'autres classes. Toutefois, les 44 espèces que l'auteur a étudiées jusqu'ici en dehors des Trachylides et qui appartenaient aux groupes de Cœlentérés les plus variés, lui ont toujours montré un polycnidome.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Victor Grignard, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, est élu membre non résidant, en remplacement de M. W. Kilian décédé.

Dans notre prochain numéro, nous donnerons une analyse de la remarquable découverte faite par M. Grignard sur l'emploi des composés organo-magnésiens dans la synthèse chimique.

— M. Charles Barrois a été désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration, à Lille, du buste de M. A. Witz.

Académie d'Agriculture. — M. Brétignière, professeur à l'École d'Agriculture de Grignon, est élu membre titulaire dans la section de grande culture.

M. Couderc, viticulteur à Aubenas (Ardèche), est élu membre non résidant.

M. Yves Henri, Directeur de l'Agriculture en Indochine, est élu membre non résident.

Académie de Médecine de Barcelone. — Le Dr Ramon Turro, l'éminent savant catalan, s'est éteint, à Barcelone, dans sa 72e année : il était né à Malgrat (Gérone), en 1854. Il s'était spécialisé dans la bactériologie, mais s'était fait connaître de bonne heure par ses recherches sur la sensibilité et le mouvement et plus tard sur la théorie de la faim qu'il avait étudiée expérimentalement pour montrer l'existence d'une sensibilité trophique qui met en action les centres qu'on peut appeler psycho-trophiques. Le Dr Turro a exposé sa théorie de la faim, qui a été traduite en plusieurs langues, dans *Origens del Coneixemant*. Il a également publié, sous le titre *Filosophia Critica*, un important travail sur les théories Cartésiennes et Kantiennes.

Observatoires et Instituts de Physique du Globe. — M. Dongier et Mme Hée ont été élus pour représenter le personnel scientifique au Conseil des Observatoires et Instituts de Physique du Globe.

Observatoire de Lyon. — M. Mascart, directeur, appelle l'attention sur les difficultés, créées par la situation générale actuelle, qui entravent l'essor du *Bulletin de l'Observatoire de Lyon*, fondé en 1913, et auquel est adjointe une importante rubrique Bibliographique consacrée non seulement à l'Astronomie et à la Météorologie mais aussi à tout ce qui intéresse la Physique du Globe; en outre, les travaux de Mathématique, de Physique, de Géologie, de Sismologie, de Géodésie, de Topographie et de Géographie, rentrent également dans ce cadre quand il s'agit d'ouvrages d'enseignement, d'exposés de méthodes, de mémoires et de résultats d'ensemble.

M. Mascart sollicite donc toutes les bonnes volontés pour l'aider dans la lourde tâche qu'il a assumée. Il voudrait voir suivre, en France, l'exemple fécond donné par divers pays étrangers, notamment par les États-Unis, où les œuvres scientifiques trouvent d'importantes ressources dans les dons faits par les particuliers.

Société géologique de France. — La Société géologique vient de décerner ses prix et de procéder à l'attribution des legs pour 1926 :

Prix Gaudry. — M. et Mme Pawlow, Professeurs à l'Université de Moscou.

Prix Fontanes. — M. Delépine, Professeur à l'Université libre de Lille.

Prix Vignesnel. — M. Dubois, Chargé de Conférences à l'Université de Lille.

Prix Gosselet. — MM. Barrabe et Viennot, préparateurs à l'Université de Paris (Découverte du pétrole à Gabian.)

Legs de Riaz. — M. Lacoste.

Legs Veuve Fontanes. — Mlle Boisse de Black.

Société américaine de Chimie. — La Société américaine de Chimie, fondée en 1876, va célébrer son cinquantième anniversaire à Philadelphie, du 6 au 11 septembre 1926. Il y aura dix-huit sections :

1° Éducation chimique; 2° Histoire de la Chimie; 3° Chimie physique et inorganique; 4° Chimie organique; 5° Chimie biologique; 6° Chimie industrielle et art de l'ingénieur; 7° Chimie agricole et produits alimentaires; 8° Produits médicinaux; 9° Cellulose; 10° Matières colorantes; 11° Peintures et vernis; 12° Cuir et gélatine; 13° Gaz et combustibles; 14° Pétrole; 15° Gommes; 16° Sucre; 17° Eaux, eaux résiduaires et assainissement; 18° Engrais.

La Société n'enverra aucune invitation spéciale, ni aucune demande de délégués, mais elle convie tous les chimistes étrangers à prendre part à cette réunion au même titre que ses membres.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Charles L. Parsons, secrétaire, Mills Building, Washington, D. C. États-Unis.

Société helvétique des Sciences naturelles. — La Société helvétique, qui compte 111 années d'existence, tiendra son Congrès annuel à Fribourg, du 29 août au 1er septembre 1926. C'est la cinquième fois que la Société se réunit dans cette ville depuis sa fondation.

Le Congrès comprendra 17 sections :

1° Mathématiques; 2° Physique; 3° Géophysique, météo-

Digitized by Google

rologie et astronomie ; 4° Chimie ; 5° Géologie ; 6° Minéralogie et pétrographie ; 7° Botanique générale ; 8° Botanique spéciale et géographie botanique ; 9° Zoologie ; 10° Entomologie ; 11° Anthropologie et ethnologie ; 12° Paléontologie ; 13° Biologie médicale ; 14° Histoire de la médecine et des sciences naturelles ; 15° Pharmacie ; 16° Médecine vétérinaire ; 17° Sciences de l'ingénieur.

Pour tous renseignements, s'adresser au Président annuel, le Professeur Dr S. Bays, Le Chatelet, Fribourg.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le Comité de Direction de la Société des Amis de l'Université s'est réuni le mercredi 9 juin, à la Sorbonne, sous la présidence de M. Raymond Poincaré, président de la Société.

Le Comité a enregistré avec une vive satisfaction l'augmentation très sensible du nombre des membres titulaires, fondateurs et donateurs depuis le début de l'année courante. On peut noter, en particulier, que cinq des Conseils généraux des départements du ressort ont décidé, à la dernière session, de s'inscrire comme membres donateurs.

Le Comité a pris un certain nombre de décisions.

Il a attribué une subvention de 2.000 francs à l'Institut de Papyrologie dirigé par M. le professeur Jouguet.

Il a décidé que les 4.000 francs de rente qui constituent la « bourse Guynemer » et qui vont être employés pour la première fois, seront attribués en principe à un étudiant travaillant dans l'un des laboratoires de l'Université de Paris où se poursuivent des recherches concernant l'aviation.

Le Comité a accordé une subvention à un docteur ès lettres pour contribuer aux frais d'impression de sa thèse. Cette question des frais considérables qu'entraîne actuellement la recherche du doctorat, et qui deviennent un véritable danger en risquant de tarir le recrutement de l'enseignement supérieur, a particulièrement attiré l'attention du Comité.

A l'issue de la séance, un de ses membres a fait connaître au Président qu'ému de cette situation, il mettait à la disposition de la Société une somme de 100.000 francs qui sera employée en subventions pour l'impression de thèses de doctorat.

Le Comité enfin a décidé de procéder à un nouvel aménagement des ressources diverses qui constituent ses revenus. Cette mesure aura pour conséquence de permettre à la Société d'atteindre plus complètement son but qui est d'aider l'Université, ses laboratoires et ses chercheurs, et aussi d'aider dans la plus large mesure ses étudiants dont la situation est actuellement si difficile.

Le Comité rappelle que les adhésions et les demandes de renseignements doivent être adressées à la Société des Amis de l'Université, 5, rue de la Sorbonne, à Paris.

— Il vient de se réunir à la Sorbonne un Comité d'initiative auquel était soumis un projet d'application de la Radiophonie à l'éducation et à l'enseignement présenté par M. Gaston Antignac, directeur de l'*Information Universitaire*, qui en proposait la réalisation.

Au cours de cette réunion, il a été décidé de donner suite au projet en fondant, avec les concours et collaborations déjà assurés et avec ceux qui peuvent être obtenus, un « Institut radiophonique d'extension universitaire », dans le ressort de l'Université de Paris et en liaison possible avec les autres Universités. M. Antignac a été autorisé à soumettre le projet sous cette forme au Conseil de l'Université de Paris.

Le Conseil, dans sa dernière séance, vient de donner son avis favorable au principe de cette création et au projet lui-même sous réserve de mise au point de détails dans la forme juridique, qu'il a chargé M. le doyen Berthélemy d'arrêter d'accord avec M. Antignac. Celui-ci a été, en outre, spécialement autorisé par le Conseil de l'Université à faire état de son approbation pour marquer l'intérêt qu'attache le Conseil à l'exécution rapide du programme présenté.

La nouvelle institution s'efforcera notamment de coordonner les initiatives particulières qui ont pu être prises dans cet ordre d'idées.

Ajoutons que le projet a reçu également l'approbation des services compétents des P. T. T. et de M. Paul Dupuy, président de la Fédération des postes privés d'émission et de la Radiophonie du Midi.

Jusqu'à nouvel avis, la correspondance sur cette question doit être adressée au Comité d'initiative de l'Institut radiophonique, à la Sorbonne, 47, rue des Écoles, à Paris (Ve) et les communications téléphoniques à Fleurus 72-02 (M. Antignac).

— *Faculté des Sciences.* — MM. Denjoy et Renard, Maîtres de Conférences sont nommés Professeurs sans chaire.

— *Soutenances de thèses.* — Pour le doctorat ès sciences :

Le 12 juin. — M. Pichot : « Sur les courbes de déformation des grès. »

Le 14 juin. — M. Blanc : « Étude de quelques transformations observées au cours de la calcination des sesquioxydes de fer, de chrome et d'aluminium. »

M. Chassevent : « Recherches sur le sulfate de chaux. »

Le 15 juin. — M. Deflandre (diplôme d'Université) : « Monographie du genre *Trachelomonas*. »

Le 17 juin. — M. Plantefol : « Étude biologique de l'*Hypnum triquetrum*. Relations entre la morphologie, la physiologie et l'icologie d'une espèce végétale. »

Le 5 juillet. — M. Plalard : « Recherches expérimentales sur le phénomène de Becquerel. »

— *Faculté de Médecine.* — M. Branca, Professeur agrégé, est nommé Professeur sans chaire.

École Centrale des Arts et Manufactures. — A partir de la rentrée de 1927, et seulement pour les nouveaux élèves, le prix de l'enseignement y compris les frais de manipulations, est uniformément fixé à 4.000 francs par an pour chaque année d'études. Cette somme est payable comme suit :

La veille de l'ouverture des cours, 2.000 francs ;

Le 1er février, 1.000 francs ;

Le 1er mai, 1.000 francs. (*J. O.*)

Université de Lyon. — M. Tessier, professeur honoraire à la Faculté de Médecine, vient de mourir. Il avait été élu, en 1908, membre associé de l'Académie de Médecine.

Université de Strasbourg. — M. Millioux, docteur ès science est nommé Maître de Conférences de mathématiques à la Faculté des Sciences.

Université de Caen. — M. Audigé, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, est nommé Professeur sans chaire.

Université de Toulouse. — M. Moog, agrégé près la Faculté mixte de médecine et de pharmacie, est nommé Professeur sans chaire.

Écoles nationales vétérinaires. — Un concours d'agrégation sera ouvert, à l'École nationale vétérinaire de Toulouse, le 17 octobre 1926, pour le 9e enseignement prévu par le décret du 28 juillet 1925 : pathologie du bétail et obstétrique.

Un concours d'agrégation sera ouvert à la même école, le 24 octobre 1926, pour le 11e enseignement prévu par le décret du 28 juillet 1925 : zootechnie.

Les directeurs des écoles vétérinaires donneront tous les renseignements utiles sur les épreuves des concours et sur le programme des enseignements considérés.

— Un concours sera ouvert à l'École nationale vétérinaire de Toulouse, le mardi 2 novembre 1926, pour la nomination à cette École d'un chef de travaux titulaire attaché à la

Digitized by Google

chaire d'hygiène, agronomie, zootechnie et économie rurale.

Les candidats adressent leur demande au Ministre de l'Agriculture (direction des services sanitaires et scientifiques, 42 *bis*, rue de Bourgogne), vingt jours au moins avant la date fixée pour l'ouverture du concours en y joignant les pièces exigées.

Pour renseignements complémentaires, voir le *Journal officiel* du 6 juin 1926

Institut agricole d'Algérie. — Le concours annuel d'admission aura lieu les 9 et 10 juillet 1926. Ouvert aux candidats âgés de 17 ans au moins, il ne comporte que des épreuves écrites (français, mathématiques, sciences naturelles, physique et chimie, croquis coté) et peut être subi en France, en Algérie, en Tunisie, au Maroc, dans les autres protectorats ou colonies et à l'étranger (consulats français).

Nous rappelons à ce sujet que l'enseignement de l'Institut agricole, comportant deux années d'études, sanctionné par un titre d'Ingénieur, est du niveau de celui des Écoles supérieures d'agriculture, mais adapté aux conditions spéciales en vue desquelles il est institué, il trouve application non seulement dans l'Afrique du Nord, mais encore dans les régions de climat analogue (Syrie, Egypte, Turquie, Palestine, Grèce, etc...), les autres pays du bassin méditerranéen et nos possessions éloignées.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser soit au Directeur de l'Institut agricole d'Algérie, à Maison Carrée (Algérie), soit au Directeur de l'Office d'Algérie 10, rue des Pyramides, à Paris.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Sur l'électrodynamique des corps en mouvement, par A. Einstein (Collection *Les Maîtres de la pensée scientifique*), traduit par M. Solovine. In-16 de 56 pages avec un portrait de l'auteur. Gauthier-Villars, éditeur, Paris 1925. Prix : 5 francs.

M. Solovine nous donne une excellente traduction du mémoire fondamental, paru en 1905, par lequel M. Einstein a jeté les bases de la théorie de la relativité restreinte :

« Pour tous les systèmes de coordonnées pour lesquels les équations mécaniques restent valables, écrit-il, les lois électrodynamiques et optiques gardent également leur valeur; c'est ce qui a été déjà démontré pour les grandeurs du premier ordre. Nous voulons élever cette conjecture (dont le contenu sera appelé dans ce qui suit « principe de relativité ») au rang d'une hypothèse et introduire en outre la supposition, qui n'est qu'en apparence incompatible avec ce principe, que la lumière se propage toujours dans le vide avec une certaine vitesse c indépendante de l'état de mouvement de la source lumineuse. En s'appuyant sur la théorie de Maxwell, on peut arriver à construire à l'aide de ces deux suppositions une Electrodynamique des corps en mouvement simple et exempte de contradictions. On verra que l'introduction d'un « éther lumineux » devient superflue par le fait que notre conception ne fait aucun usage d'un « espace absolu au repos » doué de propriétés particulières, et ne fait pas correspondre à un point de l'espace vide, où ont lieu des processus électromagnétiques, un vecteur de vitesse ».

Le mémoire est divisé en deux parties. La première, consacrée à la partie cinématique comprend : la définition de la simultanéité, la relativité des longueurs et des temps, la théorie de la transformation des coordonnées et du temps, la signification physique des équations concernant les corps rigides et les horloges en mouvement, le théorème de l'addition des vitesses. Dans la deuxième, consacrée à l'électrodynamique, on trouve : la transformation des équations de Maxwel-Hertz pour l'espace vide, la théorie du principe de Döppler et de l'aberration, la transformation de l'énergie des rayons lumineux, la transformations des équations de Maxwell-Hertz en tenant compte des courants de convection, la dynamique de l'électron lentement accéléré.

L'ouvrage contient également la traduction d'un court mémoire intitulé : « L'inertie d'un corps dépend-elle de sa capacité d'énergie ? » paru à la suite du premier dans le même volume des *Annalen*.

Toutes les questions précédentes sont aujourd'hui classiques, mais les lecteurs français seront heureux de pouvoir approfondir l'exposition qu'en a faite, pour la première fois, l'un des créateurs de la doctrine relativiste.

A. Bc.

Coal carbonization, par Horace C. Porter, Ingénieur Chimiste. In-8° de 442 pages avec 175 figures (*American Chemical Society Monographs Series*). The Chemical Catalog Company, New-York.

La pyrogénation de la houille, en vue de la production du gaz d'éclairage, du coke et de l'ensemble de sous-produits connu sous le nom de goudron, constitue une industrie dont l'importance, déjà immense, est destinée à se développer sans cesse, car les grandes nations, pour économiser leurs réserves de charbon, chercheront de plus en plus à tirer de celui-ci le meilleur parti possible, en calories, en puissance et en matières premières pour l'industrie chimique. Un ouvrage tel que celui de M. C. Porter est donc du plus haut intérêt, d'autant mieux qu'il est parfaitement au courant des récents progrès de la technique et qu'il traite plus particulièrement des procédés mis en œuvre aux États-Unis ainsi que des développements considérables que la production du gaz de houille, du coke et du goudron a pris dans ce pays où les réalisations industrielles sont souvent moins timides que chez nous. Un grand nombre de plans, de graphiques, de tableaux statistiques et d'indications bibliographiques contribuent également à en faire un recueil des plus utiles pour tous les ingénieurs que préoccupent l'utilisation rationnelle de la houille et les nombreuses applications de ses dérivés directs.

Ce volume appartient à une importante collection de monographies publiées sous la direction de l'American Chemical Society et qui constituent d'excellentes mises au point de sujets d'actualité, chimiques, biochimiques et industriels. Il est très regrettable que, sans doute par suite des circonstances économiques actuelles, nous n'ayons pu les obtenir de leur éditeur et les faire connaître aux lecteurs de la *Revue Scientifique*, à mesure de leur publication.

Dr A. Berthelot
de l'Institut Pasteur.

Mémorial du Distillateur-Liquoriste, par L. Cuniasse, chimiste-expert. In-18 de 299 pages avec figures. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Cet ouvrage, qui fait suite au *Mémorial du Parfumeur*, résume tous les renseignements utiles pour le distillateur.

L'auteur a traité les questions relatives à l'alcool, la

Digitized by Google

fermentation, l'alcoométrie avec les tables complètes de correction, de mouillage et de comparaison ; l'analyse des sucres et des colorants ; les plantes et les essences utilisées en distillation, etc.

Un formulaire de recettes utiles, ainsi que la reproduction des textes de lois et des règlements qui s'appliquent aux alcools et aux liqueurs terminent l'ouvrage.

L. Fr.

Annuaire pour 1926, de la Chambre syndicale des constructeurs d'automobiles. In-16 de 671 pages. Édité par la Chambre Syndicale, 59, avenue Hoche, Paris. — Prix : 20 francs.

La première partie de l'ouvrage : *L'Industrie automobile française*, donne au lecteur tous les renseignements relatifs à la Chambre Syndicale, à la Fédération nationale de l'automobile, du cycle, de l'aéronautique et des transports, au Comité d'organisation des Expositions internationales et au Bureau permanent international des Constructeurs d'automobiles.

La deuxième partie est consacrée à la *Législation* et comprend six chapitres : la Circulation en automobile, le Régime fiscal de l'Automobile, l'Automobile aux Colonies et pays de protectorat, l'Automobile et l'Armée, le Régime de l'Essence, les Tarifs douaniers en France et à l'Étranger.

L. Fr.

The purpose of education. An examination of educational problems in the light of recent scientific research, by Sr George Lane Fox Pitt — fift issue revised. In-16 de xxix-94 pages. University Press, Cambridge.

La première édition de cet excellent petit livre avait paru en 1913 : c'est assez dire son succès, succès mérité par ses qualités d'information large, de sens pratique et d'élévation morale. Le chapitre relatif aux questions économiques a été dans la présente édition, en raison de son actualité, particulièrement revu et augmenté.

R. T.

Guide officiel de la navigation intérieure, dressé par les soins du Ministère des Travaux publics (Directeur des voies navigables). In-16 de 728 pages avec une Carte itinéraire des Voies navigables de la France (en couleur). Berger-Levrault, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs (avec la carte). Prix de la carte seule : 5 fr.

La dernière édition publiée en 1921 avait été mise en harmonie avec le Traité de Versailles, relativement aux voies navigables de l'Alsace et de la Lorraine. Rapidement épuisée, la publication de cette nouvelle édition s'imposait : elle ne contient, du reste que peu de modifications ; quant à la carte, elle est restée la même, c'est-à-dire celle qui fut dressée en 1920, mise à jour.

Le Guide contient : 1° les Documents réglementaires (immatriculation et jaugeage des bateaux, police des voies de navigation intérieure, transports des matières dangereuses, éclairage de nuit) ; 2° la Nomenclature alphabétique et les Conditions de navigabilité ; 3° les Notices et Tableaux des distances ; 4° les itinéraires des principales lignes de navigation ; 5° un index alphabétique donnant plus de 4.600 noms de lieux mentionnés dans les Tableaux des distances.

L. Fr.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Pierre-Jean. — La psychologie neurale. In-8° de 250 pages avec 14 figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

S.-W. Cole. — Practical physiological chirursky, 7e édition. In-8° de 480 pages avec 65 figures. Heffer and. sons. Petty Cury 4, Cambridge. — Prix : 16 sh.

British pharmaceutical Codex 1923 avec supplément 1925. In-8° de 1.680 pages. The pharmaceutical Press, 17, Bloomsbury square, London W.-C. 2. — Prix : 30 sh.

Agnes Arber. — Monocotyledons. Amorphological Study. In-8° de 258 pages avec 160 figures. Cambridge University Press. — Prix : 21 sh.

P. Appell. — Traité de mécanique rationnelle. T. V. Éléments de calcul tensoriel. Applications géométriques et mécaniques. In-8° de 198 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Pierre Termier. — La joie de connaître. In-8° de 333 pages. Nouvelle librairie nationale, 3, place du Panthéon, Paris. — Prix : 15 francs.

Dr F. Kehrmann. — Gesammelte abhandlungen. Tomes I, II, III. In-8° de 203, 599, 495 pages. Thieme, éditeur, Leipzig. — Prix des 3 volumes 47, 20 marks-or.

B. Bourdon. — L'intelligence. In-8° de 388 pages (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Carleman. — Les Fonctions quasi analytiques. Leçons professées au Collège de France. In-8° de 116 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 36 francs.

Dr R. Allendy. — Les Rêves et leur Interprétation psychanalytique. In-16 de 163 pages (*Bibliothèque de Psychologie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

C. Pascal et Jean Davesne. — Traitement des maladies mentales par les chocs. In-16 de 184 pages. (*Collection Médecine et Chirurgie pratiques*). Masson, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

R. Leriche et A. Policard. — Les problèmes de la Physiologie normale et pathologique de l'os. In-8° de 229 pages avec 33 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

Mémorial des Sciences mathématiques. Fasc. XII. *R. Gosse.* — La Méthode de Darboux pour les équations sur $s = f(x, y, z, p, q)$. — Fasc. XIII. *A. Véronnet.* — Figures d'équilibre et Cosmogonie. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix de chaque fascicule : 12 francs.

M.-H. Andoyer. — Cours de mécanique céleste, t. II. In-8° de 451 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 90 francs.

Frache. — Les Fouets et le mouvement des Bactéries (Thèse.). In-8° de 188 pages avec 3 planches. Berger-Levrault, éditeur, Nancy.

M. Lecat. — Coup d'œil sur la théorie des déterminants supérieurs dans son état actuel. In-8° de 60 pages. Ceuterick, éditeur, 60, rue Vital-Decoster, Louvain. (Extrait de la *Revue des Questions scientifiques*).

Th. Leconte et *R. Deltheil.* — Éléments de calcul différentiel et de calcul intégral. Tomes I et II. In-16. (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix des deux volumes : 24 francs.

A. Daudé-Bancel. — La Réforme agraire en Russie. In-8° de 180 pages. Editions de la Bonne-Idée, 152, rue de Vaugirard, Paris. — Prix : 15 francs.

L. Laurent. — Les Forêts de Provence il y a deux siècles. In-8° de 38 pages. (*Extrait de Provincia*, V, 1925, 3e et 4e trimestres.) Nicollet, 5, rue Émeric-David, Aix-en-Provence.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 13 — 64e ANNÉE — 10 JUILLET 1926

ACTION DE LA MER SUR L'ORGANISME HUMAIN (1)

Il arrive, très fréquemment même, qu'on entend des personnes qui se félicitent fort, après une saison passée au bord de la mer, des modifications favorables survenues soit dans leur propre santé, soit dans la santé de quelque membre de leur famille ; mais il vous est également arrivé, peut-être même assez souvent, d'entendre formuler une opinion contraire, parce que des enfants ou même des adultes étaient revenus de la mer fatigués, amaigris, énervés, en un mot, dans un état de santé plus mauvais qu'auparavant.

Cela tient tout simplement à ce que la mer est susceptible d'exercer sur notre organisme une action tantôt heureuse, tantôt défavorable.

Cette action, d'ailleurs, est un fait qui se manifeste, la plupart du temps, avec une telle évidence, qu'elle semble avoir attiré l'attention de toutes les générations qui nous ont précédés ; et, si loin qu'on remonte dans l'histoire de l'humanité, on en rencontre d'irrécusables témoignages. De tout temps les hommes, obéissant à cette notion en quelque sorte instinctive, ont été demander à la mer le soulagement de bien des maux. Ils l'ont fait et le font encore bien souvent d'une façon absolument empirique, et d'ailleurs, il faut reconnaître que l'étude scientifique de cette action remonte seulement à la seconde moitié du siècle dernier.

Aujourd'hui, cette étude est en plein développement, et son champ d'observation s'étend au milieu marin tout entier, c'est-à-dire qu'elle comprend l'action de la *mer* et celle du *climat marin*.

(1) Conférence faite à l'Institut océanographique.

Songez, en effet, que, ainsi que l'a montré M. le professeur Berget (1), la mer, sous son énorme volume de 1.330 *millions de kilomètres cubes*, égal à treize fois celui des continents qui en émergent, recouvre les 717 *millièmes* de la superficie totale du globe. Or, c'est cette immense étendue d'eau qui, constituant un formidable réservoir de calorique, contribue pour une bonne part à rendre habitable la surface de la terre en réchauffant l'atmosphère qui l'enveloppe : aussi peut-on dire qu'à ce titre déjà la race humaine en est tributaire.

Mais, en outre, la mer communique aux parties de cette atmosphère qui sont en contact avec elle, des propriétés spéciales à l'influence desquelles l'homme qui y séjourne ne peut se soustraire.

Voyons donc d'abord comment l'eau de la mer agit sur l'organisme :

Cette action est fonction :

1° De la composition de l'eau ;

2° Des conditions suivant lesquelles l'organisme humain entre en rapport avec elle.

La composition de l'eau de la mer est très complexe. Ce n'est pas seulement, en effet, de l'eau salée par la présence du sel marin qu'on en extrait pour les besoins domestiques.

L'eau de mer contient en outre des gaz provenant de l'atmosphère et dans la proportion de 20 à 30 centimètres cubes par litre à la surface, proportion qui diminue progressivement dans les couches profondes.

Elle contient aussi d'innombrables substances

(1) A. BERGET, *La Science et la Vie*, septembre 1925.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

organiques qui forment cette « *mucosine* » dont on rencontre de grandes quantités sur certaines plages, substance éminemment putrescible, dont la décomposition à l'air libre dégage de l'hydrogène sulfuré et du sulphydrate d'ammoniaque. On lui a attribué une action sur l'organisme qui n'a pas été confirmée.

Elle contient enfin, et surtout, des substances chimiques, les unes en suspension, les autres en dissolution. Ce sont celles qui nous intéressent ici.

Dans un premier groupe, le plus important, nous trouvons :

Le chlore qui représente les 54 centièmes des substances dissoutes.

Le sodium qui représente les 30 centièmes des substances dissoutes.

L'un et l'autre forment ensemble les 84 centièmes de ces substances. Ensuite viennent :

Le magnésium, le soufre, le potassium, le calcium, qui en représentent ensemble les 14 centièmes.

Puis toute une série de corps rares dont quelques-uns ont pu être dosés, tels que : le brome, le carbone, le silicium, l'azote, le fer, le fluor, le phosphore, l'iode, le bore, l'arsenic, l'argent (dont on trouve 10 milligrammes par tonne d'eau de mer), l'or (dont on trouve 50 milligrammes dans le même volume), le cuivre, le zinc, le radium. D'autres corps enfin n'ont pas pu être dosés : le manganèse, le strontium, le baryum, le cesium, le rubidium, l'aluminium, le plomb et le cobalt (ces deux derniers décélés seulement dans le corps de certains animaux et dans certains végétaux marins).

L'eau de mer, de par sa composition, est donc une véritable *eau minérale chlorurée sodique forte*, contenant des principes stimulants pour la nutrition (chlore, sodium, potassium, calcium, manganèse, etc.), des principes sédatifs (brome), des principes radioactifs (potassium, radium).

Mais la salinité de l'eau de la mer varie suivant les régions, tantôt en raison inverse de sa dilution par l'eau douce des fleuves qui s'y déversent (ainsi elle n'est que de 13 grammes par litres à l'embouchure de la Seine, tandis qu'elle atteint 28 grammes à Trouville), tantôt en raison directe de la concentration par évaporation sous l'influence de la température de l'air, de la vitesse ou de la persistance des vents. Ainsi elle atteint :

65 à 75 °/oo dans l'Isthme de Suez ;

38,6 à 41,6 °/oo dans la Méditerranée ;

31,3 °/oo dans la Manche ;

7,6 °/oo dans la Baltique ;

0,6 °/oo dans le golfe de Finlande.

Dans les grands océans, loin des côtes et de toute influence modificatrice, la salinité atteint 35 °/oo. C'est l'eau de mer type.

Quant aux bactéries, abondantes près du rivage et dans les profondeurs, plus abondantes en été qu'en hiver, elles deviennent très rares à 5 kilomètres en mer et dans les couches d'eau superficielles, en raison, sans doute, de l'action bactéricide de la lumière solaire.

La température de la mer varie suivant les latitudes, les saisons, les courants marins, la configuration des côtes, les vents (abaissée dans la Méditerranée par le mistral, elle y est réchauffée par le sirocco).

Dans la Manche, sa moyenne varie de 15° à 20°.

Dans l'Océan, sa moyenne varie de 17° à 22°.

Dans la Méditerranée, sa moyenne varie de 18° à 28°.

Si j'insiste sur les moyennes de température, c'est qu'à côté du chimisme elle constitue un des facteurs les plus importants parmi ceux qui interviennent dans l'action de l'eau de mer sur l'organisme.

Cette action, vous ai-je dit, est également fonction des conditions suivant lesquelles s'établissent les rapports entre l'organisme et l'eau de la mer, donc, elle est fonction de l'*hydrothérapie* marine dont la pratique fondamentale, traditionnelle, est le *bain : bain froid* le plus souvent, pris à la plage, ou *bain chaud*, de baignoire ou de piscine.

Le *bain froid*, ordinairement pris sans méthode et sans autre règle que le caprice du baigneur, produit des effets multiples, qu'il faut envisager ici.

Au moment de l'immersion, c'est un saisissement violent, occasionné par la température plus froide de l'eau, constriction des vaisseaux périphériques et dilatation des vaisseaux profonds ; en même temps, frisson violent, tremblement, sensation de chair de poule, spasme et arythmie cardiaques et respiratoires, tous phénomènes d'autant plus passagers et moins pénibles, que l'entrée dans l'eau aura été plus brusque et totale, car au bout de quelques secondes à peine les vaisseaux périphériques se dilatent, et les vaisseaux profonds se contractent, double réaction circulatoire et thermique par régularisation cardio-vasculaire, réaction secondaire, utile même qui s'accompagne d'une sensation de bien-être.

Mais si l'immersion est lente, hésitante, avec temps d'arrêts, mouvements de reculs, etc.., alors le frisson se prolonge entravant la réaction de l'organisme, car la capacité de défense organique a une limite ; si on l'atteint et à plus forte raison, si on la dépasse, la consommation de matériaux nécessaire pour réparer la déperdition incessante de calorique aboutit à une faillite des forces réactionnelles ; un nouveau frisson survient, frisson secondaire, plus pénible que le premier, dangereux même.

Ces phénomènes étant la manifestation d'une

Digitized by Google

consommation supplémentaire de matière organique, sont le fait d'une excitation de combustions, c'est-à-dire d'une stimulation des échanges et, par conséquent, de la nutrition.

Le bain de mer froid est donc un agent tonique et dynamogénique puissant, à la condition toutefois qu'il n'aboutisse pas à cette faillite des forces réactionnelles qui entraîne une dépense de matériaux dont l'organisme ne pourrait faire les frais.

Grâce à sa densité, il est vrai, l'eau de mer se réchauffe plus lentement que l'eau douce et le corps s'y refroidit plus lentement aussi que dans cette dernière.

Grâce aussi au mouvement de la mer qui exerce un véritable massage et amène incessamment au contact de la peau des couches nouvelles d'eau froide, des excitations thermiques répétées actionnent les systèmes nerveux et vasculaire.

Il n'en reste pas moins qu'il faut prévenir le frisson secondaire d'abord en pratiquant l'immersion brusque et totale, puis en quittant le bain avant qu'il se produise, c'est-à-dire en pleine réaction. Le refroidissement primitif, s'il était trop prolongé, aurait les mêmes inconvénients. La durée du bain devra donc être limitée entre le moment précis de l'entrée dans l'eau et le moment imprécis qui doit précéder la menace du frisson secondaire.

Si difficile qu'il semble de le déterminer, nous savons cependant, par expérience, qu'il y a lieu de tenir compte des conditions suivantes :

Fig. 226. — Coxa vara rachitique et déformation considérable des tibias. Assis l'enfant doit croiser les jambes en ciseaux. (Cas Kiff... Gilbert).

Fig. 227. — Résultats après double ostéotomie sous-trochanterienne et double ostéotomie modelante du tibia. Ostéoclasie du péroné et cure héliomarine. Position debout.

Fig. 228. — Résultats après double ostéotomie sous-trochanterienne, double ostéotomie modelante du tibia. Ostéoclasie du péroné et cure héliomarine. Profil. Aspect normal des membres inférieurs.
(*Collection Sorrel*).

1° L'AGE DU BAIGNEUR : le bain sera très court, une à deux minutes, pour les vieillards dont l'énergie réactionnelle est forcément amoindrie et pour les jeunes enfants auxquels il faut mesurer les excitations organiques ;

2° L'ÉTAT DE LA MER : pour les raisons indiquées plus haut le bain pourra être plus prolongé dans une mer calme et tiède, que dans une mer houleuse et froide, battue par des vents violents ;

3° L'INTERVENTION OU NON DE L'EXERCICE (la natation) dans le bain : la natation faisant

Digitized by Google

travailler les muscles, les échauffe, accroît les combustions, dégage de la chaleur, réaction circulatoire et thermique qui permet de lutter mieux et plus longtemps contre le froid. Mais en cela encore il faut observer une certaine mesure pour éviter la fatigue musculaire qui, faisant fléchir subitement la réaction, entraînerait les conséquences du refroidissement.

Cette question de la durée du bain est de la plus haute importance. Le bain trop prolongé, en effet, provoque un refroidissement périphérique et central, avec abaissement de la tension, accélération du pouls et même ALBUMINURIE. Cette albuminurie, se produirait même beaucoup plus fréquemment qu'on ne le soupçonne généralement : elle serait passagère, la plupart du temps et cesserait deux ou trois heures après le bain. Néanmoins ce n'est pas, à notre avis du moins, un phénomène absolument négligeable, et elle devrait engager à surveiller les urines avant et après le bain de mer, au début tout au moins de la saison balnéaire pour chaque sujet.

4° L'*heure du bain* n'est pas moins importante. C'est entre 10 heures du matin et 5 heures de l'après-midi qu'il sera pris, et de préférence à la marée montante, l'eau s'échauffant à mesure qu'elle avance sur la plage. On évitera le bain pris au sortir du lit, dans l'air froid du matin, à jeûn, lorsque le corps est encore engourdi par le repos de la nuit ; éviter de même le bain pris le soir.

Avant le bain il sera toujours bon de préparer le corps à réagir en l'échauffant par un exercice quelconque.

On condamnera enfin l'excès de zèle qui entraîne certains sujets à prendre plusieurs bains par jour ou à prolonger trop longtemps la saison. Quelquefois même ils ne pourront pas être continués tous les jours. Mais ce sont là autant de cas d'espèce dont le médecin devrait être seul juge, mais pour lesquels, il faut reconnaître qu'il est rarement consulté.

Toutes ces considérations cependant sont justifiées par l'action que le bain de mer froid exerce sur l'organisme au point de vue physiologique.

D'une part la température froide de l'eau et son agitation incessante qui produit un véritable massage, élèvent les échanges gazeux et respiratoires, augmentent l'oxygène inspiré et l'acide carbonique expiré ; ils élèvent aussi les échanges azotés ainsi que le prouvent l'augmentation du taux de l'urée et de l'acidité urinaire ; ils excitent, enfin, le système nerveux, sans toutefois accroître la désassimilation des tissus riches en phosphore.

La minéralisation, d'autre part, provoque une accélération de tous les échanges, sans doute par suite de l'excitation exercée sur les extrémités nerveuses périphériques et sur la surface nerveuse de la peau, excitation qui se transmet par voie centripète aux centres nerveux régulateurs de la nutrition.

LE BAIN DE MER CHAUD qui se prend en baignoire ou en piscine est beaucoup moins employé que le bain de mer froid, parce qu'il exige un matériel qu'on rencontre rarement jusqu'ici dans nos stations balnéaires.

Grâce à sa température qui peut varier de 35° à 38° et 40°, il n'occasionne ni le refroidissement de la peau, ni les symptômes qui en découlent, frisson, tremblement, constriction vasculaire, etc. Il permet donc de prolonger le contact du corps avec l'eau, de 15 à 30 minutes même, suivant les cas, ce qui favorise l'absorption des principes minéraux et le développement dans l'eau et le corps d'états électriques dont les rapports gouvernent les phénomènes osmotiques qui agissent sur la nutrition (1).

En stimulant la peau le bain de mer chaud agit sur la thermogénèse ; en stimulant les fonctions glandulaires et le système circulatoire il engendre, suivant les cas, une révulsion ou une résolution. Sous son influence enfin on constate une augmentation de l'urée excrétée, de l'oxyhémoglobine produite, de l'oxygène inspiré, de l'acide carbonique expiré. Action tonique générale par conséquent, de laquelle découlent ses indications dans les cas d'hypoazoturie, de diminution des échanges azotés ou des oxydations organiques, de désassimilation du phosphore enfin.

Bien que ne provoquant pas de réactions aussi violentes que le bain de mer froid, le bain de mer chaud n'est pas uniformément toléré par tous les sujets indistinctement et parfois il occasionne des phénomènes d'intolérance : excitation générale, agitation nerveuse, pouls fréquent, palpitations, prostration, insomnies, céphalées, vertiges, anorexie, fièvre même, qui obligent soit à diminuer la durée ou la fréquence des bains soit même à les supprimer complètement.

Pour le bain froid d'ailleurs il peut en être de même ; pour l'un et pour l'autre on ne doit guère dépasser une trentaine de bains ; il serait même prudent d'observer une certaine progression.

Cependant le bain de mer chaud se recommande par bien des avantages : d'abord il est généralement mieux toléré et constitue un procédé commode pour acclimater au bain froid certains sujets nerveux, susceptibles (enfants ou adultes), que celui-ci impressionne violemment. Ses propriétés résolutives sont précieuses dans les tuberculoses ostéo-

(1) P. PECH, Conférence faite au Congrès de Thalassothérapie d'Arcachon, avril 1925.

Digitized by Google

articulaires en voie de réparation, dans le rhumatisme tuberculeux, les tuberculoses ganglionnaires, les péritonites tuberculeuses, les exsudats de pelvi péritonite, le rachitisme.

Il offre en outre l'avantage de se prêter aux modifications de concentration qui permettent d'obtenir à volonté une salinité faible indiquée pour les tuberculeux maigres, une salinité moyenne pour les tuberculeux torpides, une salinité forte pour les intoxiqués ou les sujets à nutrition languissante ou à déchéance nerveuse. En y ajoutant des EAUX MÈRES riches en bromure on lui donne des propriétés sédatives, si utiles pour combattre l'azoturie, l'exagération des oxydations (comme chez certains anémiques ou certains obèses) ou enfin l'exagération de la consommation du phosphore avec dépression nerveuse (surmenés phosphaturiques, certaines formes de neurasthénies).

Le CLIMAT MARIN, bien que trop souvent considéré comme un facteur négligeable dans l'ensemble du « MILIEU MARIN », est capable cependant d'exercer sur notre organisme une action d'autant plus intéressante que tout individu qui se rend à la mer la subit sans qu'il lui soit possible de s'y soustraire. Cette action, d'ailleurs, s'explique par les particularités suivantes qui caractérisent le climat marin : sa RICHESSE EN OXYGÈNE qui en fait en quelque sorte de l'air concentré, en OZONE (qui y est trois fois plus abondant que dans les grandes villes), en substances chimiques provenant de la mer et maintenues en dissolution dans les gouttelettes de vapeur d'eau : c'est ainsi que le CHLORURE DE SODIUM serait rencontré à la dose de 22 milligrammes par mètre cube d'air à 60 kilomètres en mer, de 5 à 15 milligrammes au rivage : l'IODE y serait douze fois plus abondant que dans l'air du continent : on y trouve aussi des BROMURES ALCALINS et le Professeur Albert Robin a trouvé dans l'air, à Berck, de la silice à l'état colloïdal et lui attribue le rôle d'un stimulant réminéralisateur surtout pour les tuberculeux qui perdent jusqu'à 42 % de leur silice constitutionnelle.

L'air marin est en outre caractérisé : 1° par une proportion intéressante et constante de vapeur d'eau qui stabilise son degré hygrométrique.

2° Par sa stabilité thermique liée aux grands courants océaniens régulateurs des climats terrestres et au grand rayonnement de calorique provenant de l'immense réservoir liquide qu'est la mer ;

3° Par la pureté au point de vue des poussières et des microbes ;

4° Par la luminosité considérable due à l'étendue du ciel visible, à la réflexion de la lumière par les plages et des radiations jaunes et bleues par la surface des flots, les infrarouges étant absorbées par le miroir bleu de la mer ;

5° Par son ionisation.

Grâce à ces différents facteurs, le climat marin développe l'amplitude des inspirations sans exiger un supplément de travail de la part du poumon ; il stimule la diurèse, la puissance musculaire, le système nerveux, les fonctions digestives et l'appétit ; il favorise la consommation des matières albuminoïdes et l'utilisation des matières ternaires et des phosphates ; il diminue la quantité de matière minérale nécessaire pour mobiliser une certaine quantité d'azote.

Par conséquent, il exerce sur les échanges nutritifs, sur le pouvoir reminéralisateur, sur le métabolisme vital, une action stimulante qui s'ajoute à celle du bain pour la renforcer.

Le climat marin est donc un puissant modificateur des échanges et un agent de reconstitution organique, tous phénomènes qui, dans ce milieu, sont favorisés par l'action due à l'IONISATION DE L'AIR de laquelle dépend la pression osmotique des gaz et de l'eau dans nos tissus, facteurs essentiels de la vie (Pech).

Cette stimulation par le climat marin a été, dans certains cas, comparée à celle qu'exercent les glandes endocrines (thyroïde en particulier) (Doch). Dans certain cas d'inadaptation des sujets nerveux au milieu marin, elle peut provoquer des phénomènes comparables à ceux dus au thyroïdisme par excès de médication thyroïdienne : manifestations nerveuses, circulatoires, urinaires, cutanées, fébriles, nutritives, digestives (gastro-entérites qu'on désigne suivant les localités où elles se produisent du nom de « sablaise », « dieppoise », etc.).

En résumé, le bain de mer et le climat marin, provoquent l'un et l'autre un excès de vitalité général, qu'il est INDIQUÉ d'utiliser dans les cas de nutrition languissante ou d'échanges ralentis, mais qui est CONTRE INDIQUÉ chez les sujets dont l'état est caractérisé par une certaine excitabilité du système nerveux ou de certains organes (cœur, foie, estomac, par exemple), c'est ainsi que les hépatiques, les dyspeptiques, les hypersthéniques ne peuvent supporter le climat marin, et tel d'entre eux peut être rapidement pris, au bord de la mer, de crises violentes qui l'obligent à s'en éloigner. La même contre indication existe également dans les cas de désassimilation phosphatée, d'oxydations exagérées (les malades fébriles, les phtisiques en particulier qui sont des malades consomptifs), en un mot, chez tous les sujets inaptes à réparer leurs pertes, parce qu'ils brûlent plus qu'ils n'assimilent.

Les deux catégories de sujets auxquels je faisais

Digitized by Google

allusion au début de cette conférence rentrent soit dans le groupe de ceux dont la nutrition et les échanges réclament une stimulation quelconque soit dans le second groupe caractérisé par l'excitabilité des organes ou du système nerveux et des oxydations exagérées.

Je vous ai signalé enfin comme un des facteurs importants du climat marin, sa grande LUMINOSITÉ. Bien que variant dans de grandes proportions suivant la latitude des régions où on l'observe, elle est toujours assez considérable, à la mer, pour se prêter à une utilisation des plus intéressantes en thérapeutique, la CURE SOLAIRE ou HÉLIOTHÉRAPIE.

Cette action du soleil semble bien avoir de tout temps été soupçonnée :

« Où entre le soleil, dit un vieux proverbe, n'entre pas le médecin. »

En réalité c'est surtout à la mer qu'elle a été pratiquée dans l'antiquité, en Assyrie, en Grèce, en Italie, mais d'une façon tout empirique, et c'est seulement à une époque relativement récente que, sous l'influence de l'École Lyonnaise, l'action du soleil a commencé à être étudiée scientifiquement.

Voyons sur quels principes elle repose. Lorsqu'on fait passer un rayon solaire à travers un prisme, on le décompose en une image colorée, le « spectre solaire » formé des sept couleurs fondamentales, violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge, dont la synthèse donne la lumière blanche. C'est la partie VISIBLE du spectre. Mais il en est une autre, partie INVISIBLE, non perçue par notre rétine, les rayons *infra-rouges* au delà du rouge, les rayons *ultra-violets* au delà du violet.

Les premiers, infra-rouges sont calorifiques, car si on y expose un thermomètre très sensible, il monte, tandis qu'un écran fluorescent s'illumine si on le place dans le champ des ultra-violets.

Les infra-rouges et tous les rayons de la moitié gauche du spectre, jusqu'au vert, sont doués de propriétés biotiques très faibles ; les rayons de l'autre moitié présentent des propriétés chimiques progressivement croissantes jusque dans l'ultra-violet. Les infra-rouges sont arrêtés, dans l'atmosphère, par la vapeur d'eau, et en outre, M. le Professeur Pech a démontré qu'ils sont antagonistes des ultra-violets, vis-à-vis de la peau humaine du moins. Les ultra-violets semblent répandus en même proportion à la mer et à la montagne. Ils se divisent en trois faisceaux :

a) L'ULTRA-VIOLET ORDINAIRE qui mesure de 3.920 à 3.000 Angström (1). Ce sont les seules radiations à peu près qui soient perçues à la plaine, la mer et à la montagne. Peu absorbables, elles n'exercent pas sur les êtres organisés les mêmes effets nuisibles que les radiations de plus courte longueur d'ondes, donc elles sont biotiques. Elles participent à la fonction chlorophyllienne.

b) L'ULTRA-VIOLET MOYEN qui mesure de 3.000 à 2.225 Angström, est très faible dans le spectre solaire, très bactéricide, très nécrotique, mortel pour les plantes abiotiques.

c) L'ULTRA-VIOLET EXTRÊME qui mesure de 2.225 à 1.930 Ansgström, manque presque complètement dans le spectre, est très absorbable, abiotique,

Tous les rayons du spectre semblent participer plus ou moins à l'héliothérapie, autant du moins qu'ils arrivent jusqu'à nous et en raison de leur faculté de pénétration qui progresse de l'ultra-violet à l'infra-rouge où elle cesse.

Mais à travers l'atmosphère, nous ne percevons qu'une partie des rayons solaires : les ultra-violets qui sont les plus réfrangibles sont en partie diffusés, en partie réfractés, les uns se perdant dans les espaces interstellaires, les autres étant absorbés par les poussières. Néanmoins ils semblent jouer le rôle prépondérant en héliothérapie. C'est qu'ils sont doués d'une énergie considérable : ils provoquent des troubles osmotiques, des réactions chimiques importantes, soudant des molécules d'oxygène pour former des molécules d'ozone, une molécule d'aniline à des atomes d'oxygène pour former des matières colorantes, des molécules d'oxyde de carbone à des atomes de chlore pour former de l'oxychlorure de carbone, etc. ; en un mot ils font varier les énergies potentielles réciproques des parties constituantes des êtres vivants.

Dans leur ensemble, les rayons solaires agissent sur le développement des bactéries, transforment les aérobies en anaérobies ; et les ultra-violets principalement arrêtent leur développement, diminuent leur virulence, les détruisent en coagulant leur albumine.

Sur les végétaux nous connaissons l'influence exercée par la privation de soleil ; je n'y insiste pas ; je rappellerai seulement que la lumière est indispensable à leur nutrition, favorise l'assimilation de l'azote et la transpiration des plantes, assure l'accomplissement de la fonction chlorophyllienne : la chlorophylle absorbant en partie les rayons calorifiques et chimiques, s'en sert pour décomposer l'acide carbonique de l'air et fixer le carbone qui est transformé en amidon, lequel va constituer des réserves.

(1) L'Angström, qui représente l'unité de longueur d'ondes, c'est-à-dire le chemin parcouru par la lumière pendant la durée d'une oscillation complète des rayons considérés, est égal à la dixmillième partie du micron et le micron à la millième partie du millimètre.

Digitized by Google

Les animaux peuvent vivre dans l'obscurité : mais la lumière est utile à leur nutrition générale, à leur développement, favorise l'activité et la force musculaire, les échanges nutritifs, l'évolution globulaire. Chez eux les rayons bleus calment le système nerveux, les rayons rouges l'excitent, les rayons chimiques provoquent la pigmentation de la peau qui paraît jouer un rôle protecteur.

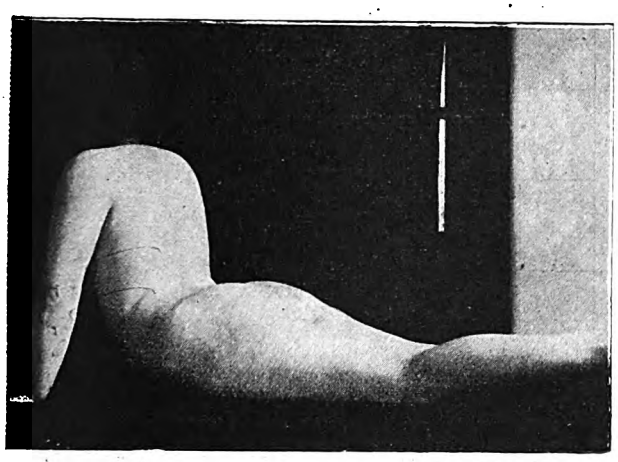


Fig. 229. — Mal de Pott dorsal guéri sans gilbosité (Cas Maitr... 7. 7. 1924). — Photographie montrant la conservation de la souplesse de la colonne vertébrale. (Cliché dû à l'obligeance de M. le Dr Sorrel. Chirurgien de l'Hopital Maritime à Berck-sur-Mer.) Cure héliomarine.

Fig. 230. — Mal de Pott guéri sans gilbosité. (Cas Maitr... 7. 7. 1924). (Cliché dû à l'obligeance de M. le Dr Sorrel, Chirurgien de l'Hopital Maritime à Berck-sur-Mer) Cure héliomarine.

Chez l'homme, action comparable : la lumière solaire est peut-être le plus énergique des toniques et des reconstituants. Employée thérapeutiquement elle est également calmante, reconstituante, résolutive pour les abcès, éliminatrice pour les séquestres dans les affections osseuses, hémostatique, microbicide, antitoxique. La pigmentation cutanée qu'elle provoque tamise les rayons, absorbe les plus dangereux, laisse passer les autres et va même jusqu'à préserver l'organisme contre les infections : dans des établissements d'héliothérapie, en effet, on a constaté que des épidémies de rougeole atteignaient seulement les sujets qui ne se pigmentaient pas et épargnaient les autres.

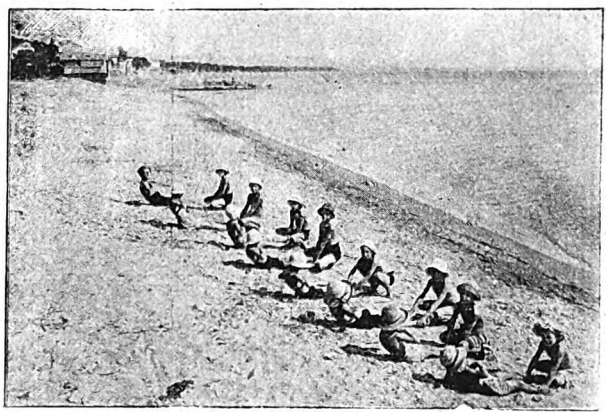


Fig. 231. — Enfants faisant la cure solaire sur la plage. Cliché de M. le Dr Jaubert d'Hyères (Var).

La pigmentation est plus rapide et plus accentuée à la montagne et à la mer qu'à la plaine.

A la plaine, en effet, les rayons chimiques sont arrêtés par les poussières ; à la montagne les rayons *directs* sont abondants ; les rayons diffusés sont rares et la radiation totale n'est que de 7,6 %. Mais par suite du faible degré hygrométrique de l'air, il se fait à la surface du corps une évaporation constante qui l'entoure d'une gaine de vapeur imperméable à l'infra-rouge, laissant ainsi toute leur valeur aux ultra-violets ; à la mer, où la radiation totale est de 32 %, la vapeur d'eau toujours abondante dans l'atmosphère arrête les infra-rouges antagonistes des ultra-violets.

Par conséquent, étant donné qu'on recherche, en héliothérapie, les actions biologiques produites par un faisceau où domine l'ultra-violet, c'est donc à la montagne et à la mer qu'elle est le plus efficace.

Mais les indications de l'une et de l'autre sont loin de se confondre. A la mer, en effet, les propriétés très stimulantes, excitantes même parfois du milieu marin s'ajoutent à l'action des rayons solaires sur l'organisme : aussi l'héliothérapie y sera plus active, et supérieure dans certains cas où on peut la combiner avec la cure marine complète ou seulement climatique. Par contre l'héliothérapie à la montagne sera préférable dans les cas où l'action marine sera

Digitized by Google

contre-indiquée. En tous cas, à la mer aussi bien qu'à la montagne la cure solaire devra être méthodique ; directe, c'est-à-dire sans interposition de vitres, voiles, etc. ; totale, c'est-à-dire faite sur toute la surface du corps ; lente, progressive, prudente en un mot, surveillée et dirigée médicalement.

Avant de la prescrire le médecin devra s'assurer qu'elle est bien indiquée par le contrôle des échanges, des oxydations, de la nutrition, contrôle nécessaire également pour le choix de la région, de la station où sera dirigé le malade même s'il doit faire uniquement la cure marine complète ou partielle.

En effet l'énergie de la stimulation par le milieu marin varie suivant les conditions constituant la caractéristique de chaque région, de chaque station même : topographie, latitude, orientation, degré hygrométrique, températures moyennes, protection plus ou moins assurée contre les vents, et en particulier les vents de terre. A ces conditions il serait à souhaiter qu'on pût ajouter la notion de moyennes concernant l'ionisation de l'air qui, suivant M. le Pr Pech, est peut-être le facteur le plus important de la climatologie. Cet état électrique, pouvant lui-même, au bord de la mer, varier suivant les conditions géologiques et météorologiques de chaque région, il y aurait lieu de classer physiquement les stations marines comme sont classées chimiquement les stations hydro-minérales, de cataloguer les actions biologiques de telle ou telle ionisation pour établir sur des bases scientifiques et rigoureuses l'indication répondant à chaque cas pathologique.

Mais en attendant la réalisation pratique de ce désideratum, nous possédons déjà des éléments qui nous permettent d'apprécier comparativement au point de vue qui nous occupe ici, les différentes régions et stations marines.

Et d'abord signalons un fait d'observation déjà ancien qui de nouveau aujourd'hui attire l'attention des cliniciens : certains sujets, certains malades excitables, disons même ultra excitables, sans doute au point de vue des réactions nerveuses ou nutritives, et qui ne peuvent supporter le séjour au bord de la mer, bénéficient, dans des proportions parfois inespérées, d'une longue traversée, de *longues navigations* à travers les océans ; tel est le cas de certaines entérites chroniques, de certaines dermatoses rebelles de maladies des bronches, de certains états nerveux (nervosisme, névralgies, migraines, hypochondrie, chorée infantile), ceci bien entendu, au prix de certaines conditions concernant le confort matériel à bord du navire, le choix des itinéraires, etc.

Sur terre, le CHOIX d'une station marine est chose des plus importantes, aussi bien pour une simple villégiature que pour une cure en cas de maladie, et pour celà une première notion due à l'expérience doit ici servir de base à nos décisions ; il faut savoir, en effet, que « les climats marins les moins excitants sont les climats humides, à température douce et bien abrités des vents de terre ». Or, au point de vue des propriétés excitantes, le littoral français, le long des 2.630 kilomètres que présente son étendue, offre la gamme la plus variée qui soit de climats marins utilisables en thérapeutique.

Et d'abord, le littoral français de la Mer du Nord, celui de la Manche et celui de l'Atlantique présentent un certain nombre de caractères communs qui les différencient absolument du littoral méditerranéen : vents violents provenant surtout de la mer, donc marins, ciel nuageux, pluies fréquentes, degré hygrométrique élevé et stable. Moyenne thermique également stable et uniforme, chaleurs estivales tempérées par l'évaporation ; donc climats marins doués de propriétés dont l'énergie est subordonnée aux conditions locales qui varient d'une région ou même d'une station à une autre.

Dans la Flandre, en effet, nous trouvons un littoral bas et plat, orienté au Nord ; plages froides, pluvieuses, sans protection contre les vents. Saison courte, excitante, procurant la note la plus âpre de la médication marine.

De la Somme à la Seine, plages légèrement plus abritées par les collines du pays de Caux ; vents de mer prédominants. De la Seine à la Loire, sur la côte Normande d'abord, belles plages de sable, découvrant largement à marée basse, éminemment favorables aux ébats des enfants, encadrées de falaises rocheuses qui les abritent contre les vents de terre ; propriétés excitantes par suite notablement atténuées. Puis le long du littoral breton, côte de granit, découpée en un grand nombre d'anses et de golfes dont certains (golfe du Morbihan, par exemple) forment de véritables mers intérieures, avec plages généralement bien abritées. Ici climat péninsulaire diversement nuancé suivant l'orientation des localités ou l'influence du Gulf-Stream. Ainsi Belle-Ile, Quiberon, Carnac, Le Croisic, par exemple, sont doués de propriétés franchement excitantes, tandis que les stations du Golfe de Morbihan, de l'embouchure de la Loire et du nord de la Vendée offrent des propriétés sédatives très appréciables.

Plus au Sud est le littoral bas, plat, mal abrité de la Vendée, de la Charente-Inférieure et du Golfe de Gascogne : plages mixtes, battues par une mer violente dans laquelle le bain est excitant, avec climat doux offrant des éléments toniques et sédatifs.

Dans l'estuaire de la Gironde sont des stations

Digitized by Google

bien abritées et un climat moins humide que le climat breton.

De la Gironde à l'Adour le long d'une longue bande de sables se trouvent plusieurs stations bien abritées du côté de la terre par des dunes recouvertes de forêts séculaires. La plus intéressante est Arcachon, qui doit à sa situation sur le bord d'un vaste bassin de 80 kilomètres de pourtour et bordé d'une immense forêt de pins, un climat marin et forestier réunissant tous les avantages de propriétés très toniques et sédatives à la fois.

Entre l'Adour et la Bidassoa trois belles stations, caractérisées par un climat délicieux au printemps et en automne, sans hiver rigoureux, à chaleurs estivales tempérées par la brise de mer : Biarritz d'abord, battue directement par les grandes vagues de l'Océan, climat très tonique, mais excitant, irritant même, pour certains sujets, tandis que Saint-Jean-de-Luz et Hendaye, protégées par les petites montagnes du pays basque, offrent des ressources tonifiantes presque aussi actives avec des propriétés stimulantes sensiblement atténuées.

Si nous passons au littoral méditerranéen, nous avons des caractères très différents : pluies moins fréquentes, hygrométrie faible, surtout en hiver, nébulosité inférieure, absence de brouillards et de marées, vents de terre prédominants, donc atmosphère peu chargée d'émanations marines ; climat continental plutôt que marin. Température moyenne à variations diurnes accentuées, en raison du faible degré hygrométrique de l'air, plus agréable en hiver, mais très supportable en été. Pays de soleil plutôt que pays chauds : en hiver et au printemps on y compte 146 à 216 heures de soleil, contre 61 à 122 à Brest ; 25 à 58 jours beaux, contre 5 à 28 en Bretagne. Insolation puissante éminemment favorable à l'héliothérapie. Bains de mer possibles huit mois sur douze.

Par contre la température minima moyenne en hiver y est de 5° 5, tandis qu'à Cherbourg elle est de 4° 3, à Ouessant de 6° et aux Sorlingues de 5° 8. Mais à Ouessant, à Cherbourg, aux Sorlingues, si les palmiers poussent en pleine terre, le ciel est toujours couvert de nuages, les pluies y sont constantes ainsi que les grands vents.

Cependant, au point de vue de l'action sur l'organisme, on doit distinguer dans le littoral méditerranéen deux régions :

1° De Cerbère à Toulon, une côte basse, plate, nullement protégée contre les vents de terre. Climat par suite excitant.

2° De Toulon à Vintimille, « Côte d'Azur ». Abritée successivement en allant de l'Ouest à l'Est, par les montagnes des Maures, de l'Estérel et les Alpes, dont les contreforts viennent baigner dans la mer, encadrant des calanques ouvertes au Sud et au fond desquelles sont situées un grand nombre de localités, stations climatiques surtout, mais se prêtant admirablement aux pratiques balnéaires, à climat doué de propriétés marines très atténuées associées

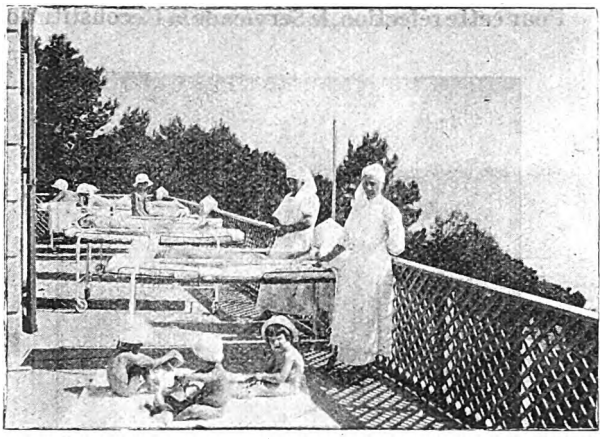


Fig. 232 — Enfants faisant la cure solaire en galeries découvertes. (Cliché de M. le Dr Jaubert d'Hyères (Var).

à des propriétés sédatives, indiqué (hiver et été) pour nombre de sujets qui ne peuvent supporter ni le climat de l'Océan, ni à plus forte raison celui de la Manche et de la Mer du Nord.

Le milieu marin, vous le voyez, est essentiellement composé de facteurs qui exercent sur l'organisme humain des actions éminemment propres à être utilisées médicalement. Mais leur usage en thérapeutique demande à être soumis à une méthode basée sur la connaissance des variations que présente leur énergie suivant les différentes régions. Et à ce point de vue, il faut en convenir, notre littoral français a été tout particulièrement favorisé.

Dr Georges Baudouin,
Chargé de conférences à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie du Collège de France,

LA NOUVELLE CARTE DE FRANCE

(Suite)

Dès le 15 mars 1919, la question de la reconstitution de la propriété foncière et du cadastre se posant impérieusement dans le Nord-Est de la France, il a été créé au Ministère des Régions libérées un *Service de la Reconstitution foncière et du Cadastre*, sous la direction de l'ingénieur-hydrographe en chef Roussilhe. Ce Service a procédé aux opérations suivantes : plans de reconstruction des villes dévastées ; rétablissement des limites

Digitized by Google

des propriétés non bâties ; remembrement par nouveau lotissement des terres ; enfin études préliminaires à la réfection du cadastre, réfection urgente pour 1794 communes couvrant 1.750.000 hectares.

Pour cette réfection, le Service de la Reconstitution foncière s'est fait l'apôtre de l'emploi de la photographie aérienne (fig. 233 et 234) ; à la suite d'essais réitérés, les résultats obtenus ont été si encourageants qu'une fois les travaux les plus pressés terminés dans les Régions libérées, M. Roussilhe est passé, accompagné de ses principaux collaborateurs, au Ministère des Finances, où l'on a constitué sous sa direction, au milieu de l'année 1923, *un Service d'Etudes pour la réfection et la mise à jour du Cadastre*, dont les travaux intéressent non plus seulement les Régions libérées, mais tout notre territoire français.

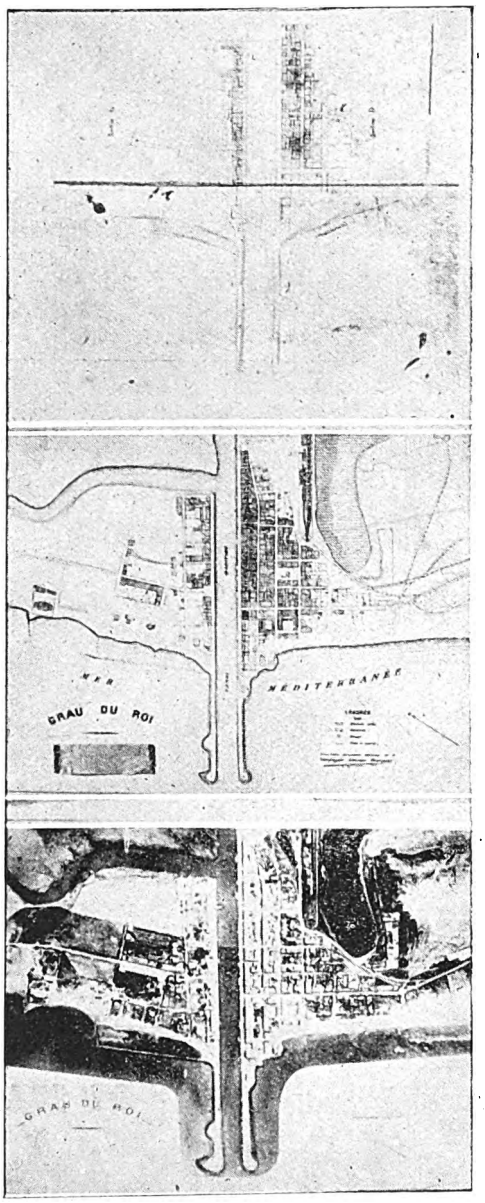


Fig. 233. — Le Grau du Roi (Gard)
En haut, ancien plan cadastral ; en bas, photographie aérienne ; au centre, nouveau plan cadastral, d'après cette photographie.

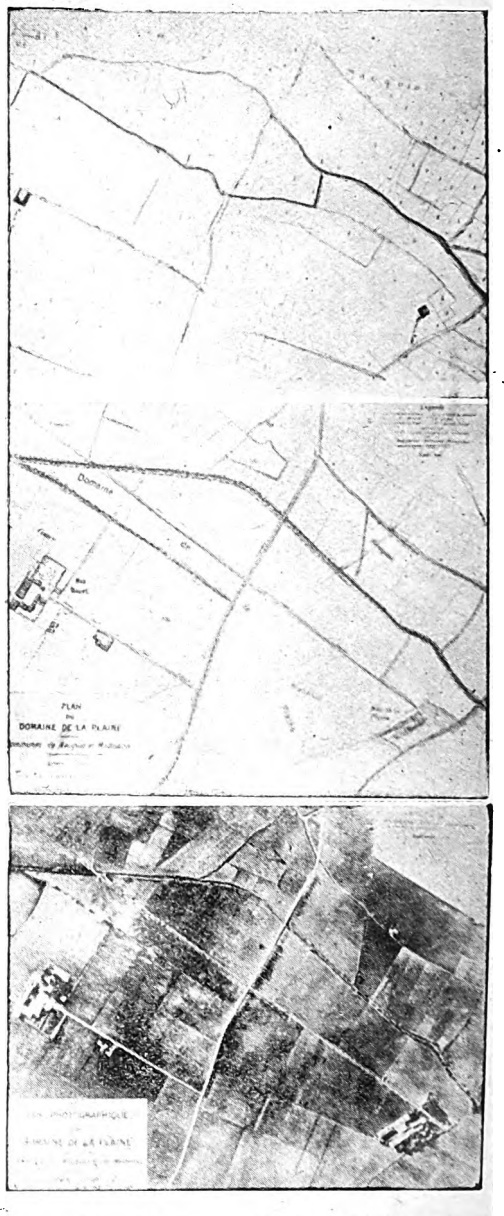


Fig. 234. — Domaine de la Plaine
En haut, ancien plan cadastral ; en bas, photographie aérienne ; au centre, nouveau plan cadastral, d'après cette photographie.

Il ne saurait être question ici de résumer, même très brièvement, les travaux de M. Roussilhe et les résultats déjà obtenus. Il nous suffira de dire que, grâce à lui et à ses collaborateurs, grâce à ses études d'un caractère éminemment pratique et réalisateur sur l'application de la photographie aérienne aux

Digitized by Google

levés de précision (1), la question du cadastre se présente sous un aspect nouveau. Il est permis d'espérer que d'ici un an ou deux, le puissant instrument que M. Roussilhe forge actuellement sera tout à fait au point et qu'il ne faudra plus un quart de siècle pour établir les plans cadastraux d'une centaine de communes. Il est bien entendu que les documents topographiques du nouveau cadastre ne peuvent manquer de s'appuyer sur une nouvelle triangulation, dont la densité et la précision ont été étudiées avec soin.

Quant à la carte, la question est toujours stationnaire. Aucune extension notable des travaux sur le terrain et de la publication ne peut être notée depuis la guerre. Le seul fait nouveau est l'apparition, au milieu de l'année 1923, d'une élégante brochure de propagande, intitulée *La nouvelle Carte de France*, publiée par la Direction du Service géographique de l'Armée (2). Elle reproduit d'abord, en faveur de la future carte au 50.000e et de la publication des levés à grande échelle, les arguments bien connus donnés depuis une quarantaine d'années par tous ceux, Services ou personnalités, qui souffrent de l'insuffisance de notre 80.000e. Ce rappel de notions antérieurement acquises, accompagné de comparaisons avec l'étranger peu flatteuses pour notre amour-propre national, ne peut être qu'excellent pour créer un mouvement d'opinion en faveur de l'entreprise, surtout dans les milieux qui n'étaient encore nullement au courant de la question. La seconde partie du mémoire est consacrée à l'exposé d'un projet concret, à l'étude des délais et des crédits nécessaires.

Ce projet a été diversement accueilli. Tandis que certaines organisations ou personnalités, justement intéressées à l'exécution d'une nouvelle carte, mais d'une compétence *technique* limitée, en faisaient valoir les mérites, célébrés aussi dans quelques organes de vulgarisation scientifique, et même dans de grands illustrés, les techniciens, bien au courant des multiples aspects du problème, l'accueillaient avec une froideur marquée.

Le rédacteur anonyme de la brochure ayant provoqué lui-même une sorte de referendum sur ce qu'on pense de son projet (1), il est permis ici d'indiquer les motifs de cette froideur.

Tout d'abord on trouve dans la brochure en question une audacieuse nouveauté, en contradiction avec ce que le Service géographique a toujours professé jusqu'en 1914 (2) : il serait inutile d'asseoir les levés de la nouvelle carte sur la nouvelle triangulation. Donc aucune nécessité de poursuivre celle-ci de suite avec la plus grande activité. Le principal avantage allégué serait ainsi une notable dimiuution des frais.

Oublie-t-on que l'ancienne triangulation des Ingénieurs-Géographes est notoirement insuffisante, inexistante dans certaines régions, exécutée par des méthodes et des instruments datant de la fin du XVIIIe siècle, non compensée, entachée pour le premier ordre d'erreurs déjà sérieuses, qui se répercutent en s'aggravant sur les deuxième et troisième ordres? Oublie-t-on que pendant la guerre, les seules exigences militaires, oombien faibles en regard de celles des levés réguliers, ont nécessité la réfection de portions considérables de cette triangulation? Mais à la supposer de précision suffisante, oublie-t-on surtout que dans les Régions libérées près de 1.200 points trigonométriques ont complètement disparu, sont impossibles à reconstituer et que partout ailleurs une forte proportion de ces points a subi le même sort? Oublie-t-on que l'ancienne triangulation ne satisfait ni les ingénieurs, ni les géomètres, ni les artilleurs, qui constatent avec envie que dans d'autres pays on dispose sur le terrain d'un système dense et homogène de points rigoureusement fixés, dont les coordonnées, précises et publiées, sont accessibles à tous? (fig. 235 et 236)

Quand la charpente d'une maison menace ruine de toutes parts, il ne vient point à l'idée du propriétaire de faire rejointoyer, tapisser et meubler luxueusement son logis, en payant de fortes sommes, pour le voir s'écrouler bientôt. Il préfère dépenser un peu plus et construire de toutes pièces une nouvelle maison pour éviter ce désastre, car il ne sait pas jusqu'où l'entraîneraient des réparations partielles.

Pour remédier à l'insuffisance de l'ancienne triangulation que nous propose-t-on? Des triangulations complémentaires exécutées par des gens *non de métier*, c'est-à-dire par des *topographes* et non par des *géodésiens*. Il n'est pas un géodésien

(1) Voir notamment : H. Roussilhe, *Emploi de la Photographie aérienne à la Topographie de précision*, avec un avertissement de Ch. Lallemand, *L'Ingénieur-Constructeur*, Paris, Léon Eyrolles, t. XV, n° 153, juillet 1923, pp. 289-354, conférence faite à la Société de Géographie le 3 mai 1923. Voir aussi la conférence de M. Roussilhe faite devant l'*Association française pour l'Avancement des Sciences*, le 3 août 1923, au Congrès de Bordeaux.

(2) *La nouvelle Carte de France*, Paris, Imprimerie du Service géographique de l'Armée, 1923, 128 p., 14 pl. Voir aussi : *Rapport sur les travaux exécutés par le Service Géographique de l'Armée*, 1922 et 1923, pp. 27-40.

(1) Voir p. 15 : « Que maintenant les savants prennent la parole, etc.... »

(2) Voir note 1, page 3?7. De 1907 à 1914 les travaux *géodésiques* de réfection de la triangulation ont été officiellement poursuivis en France *pour l'établissement de la carte au* 50.000e. Se serait-on trompé ?

Digitized by Google

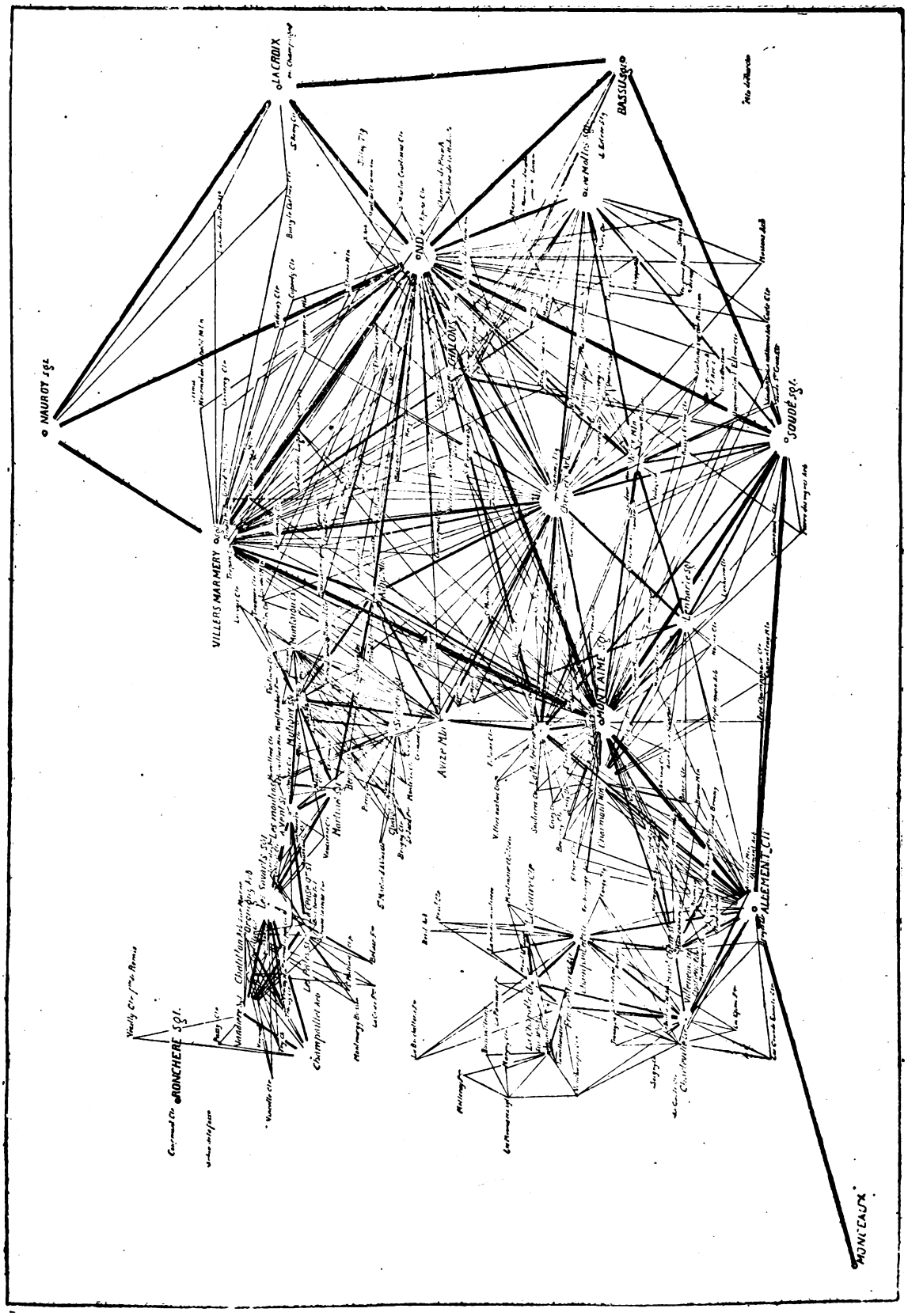


Fig. 225. — Ancienne triangulation des Ingénieurs-Géographes. Une feuille de la triangulation de détail (2e et 3e ordres, Chalons, 1827.
Le peu d'homogénéité de la triangulation est frappant. De nombreux points de 3e ordre sont seulement déterminés par deux visées se coupant sous un angle trop aigu. Certaines régions sont absolument vides de points trigonométriques. Dans la partie est de la feuille, boisée, les difficultés de l'établissement d'un réseau de 1er ordre ont été éludées. On s'est contenté, le long de la vallée de la Marne, d'une chaîne de petits triangles complètement en l'air, se raccordant fort mal aux grands triangles de 1er ordre de l'est et sans liaison avec la feuille limitrophe à l'ouest. Aucune compensation.

Digitized by Google

au courant de l'état actuel de la triangulation française qui ne soit parfaitement persuadé qu'il faudrait les multiplier outre mesure et qu'elles seraient finalement plus onéreuses qu'une triangulation régulière. (Il serait aisé de donner des exemples). Tout cela pour aboutir, par de laborieuses méthodes

Trois ans après le début des travaux géodésiques, les topographes pourraient disposer par an de 30 feuilles régulièrement triangulées. Douze ans après ce début, les géodésiens leur en fourniraien. annuellement 52. Tous les levés seraient terminés deux ans après l'achèvement de la triangulationt

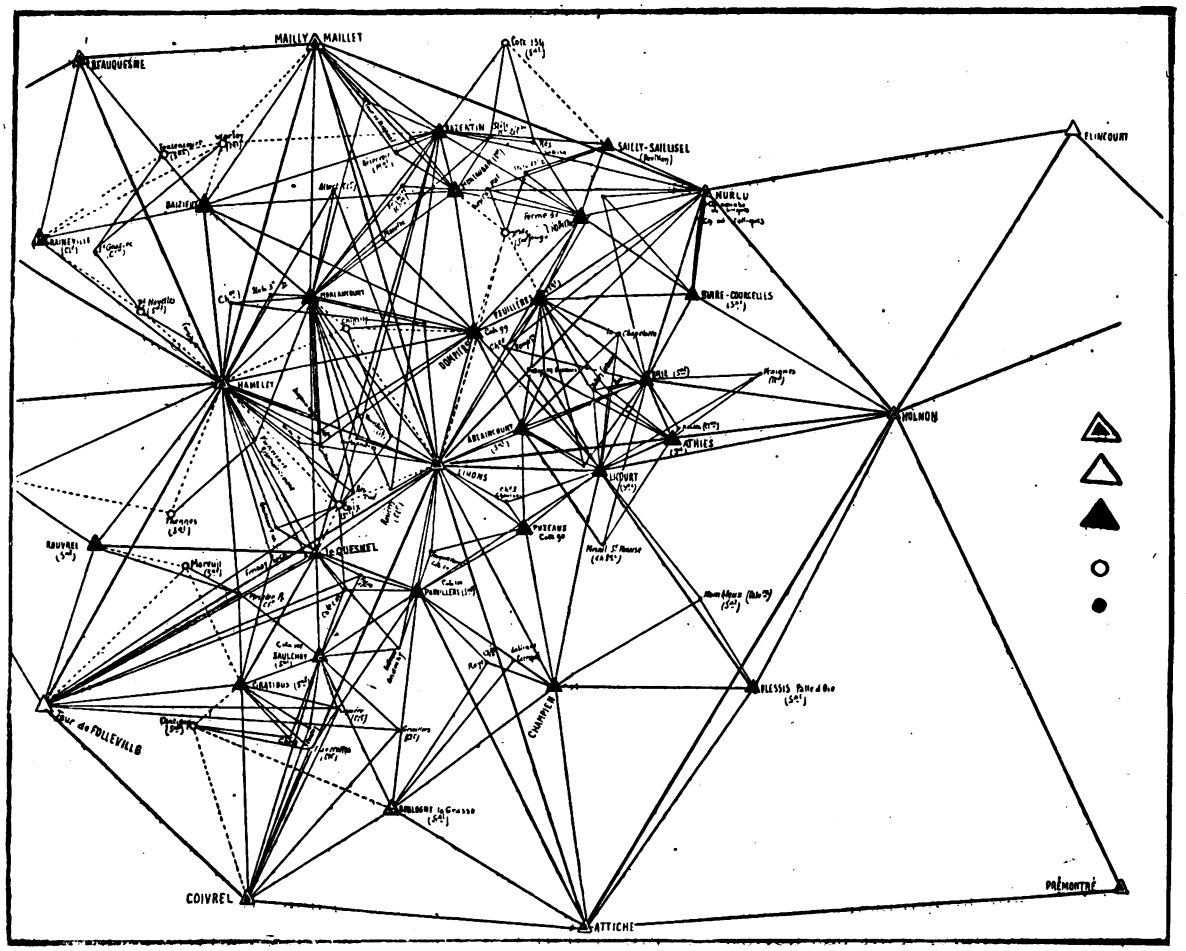


Fig. 236. — Nouvelle triangulation françaiso. Une fouille de la triangulation de détail (2e et 3e ordres) Région à l'intersection de la Méridienne de Paris et du Parallèle d'Amiens.
Réseau homogène couvrant tout le pays, les points ayant une densité de 1 par carré de 5 kilomètres de côté. Les points de 2e ordre s'appuient, par des triangles bien conformés, sur des côtés de 1er ordre. Les points de 3e ordre s'appuyent de même sur des côtés du 2e; les directions qui les déterminent sont en nombre surabondant et se coupant sous des angles favorables. 1er et 2e ordres compensés par le calcul, 3e ordre compensé par le calcul ou graphiquement.

de fortune, au désordre le plus remarquable, ou pour mieux dire pour accroître celui dont souffre déjà la Topographie française.

Rien de cher quelquefois comme le bon marché. Je montrerai ailleurs comment, étant donné les portions de triangulation déjà refaites, toute la nouvelle triangulation du sol français peut être terminée en 22 ans, avec une cinquantaine d'officiers géodésiens opérateurs et une dépense d'une soixantaine de millions (en 1924) au grand maximum (1).

On aurait ainsi en tout point un travail régulier et définitif.

Une soixantaine de millions, en 1924, pour la triangulation dira-t-on ! Le Service géographique ne demaudait vers la même époque que 70 millions pour toute la carte, sans réfection de la triangulation. Oui, mais l'étonnement redouble quand on étudie de près cette dernière évaluation, d'ailleurs à peine détaillée.

Le projet prévoit 436 topographes pendant

(1) Dont quinze millions étaient inscrits au compte des réparations de l'Allemagne pour la réfection de la triangulation dans les Régions libérées ! Ces évaluations, tout comme celles du Service géographique, ne comprennent pas la solde du personnel.

Digitized by Google

vingt ans, travaillant chaque année sur le terrain pendant 8 mois 10 jours et un nombre égal de soldats aides-opérateurs (ce qui ne correspond nullement à la réalité) (1). En supposant la moitié de ces topographes officiers subalternes (2) et la moitié sous-officiers, leurs seules indemnités, aux taux moyens (3), atteignaient lors de l'établissement du projet, 3.161.000 fr. par an, c'est-à-dire absorbaient plus que les trois millions prévus pour les dépenses totales de la topographie. Ainsi aucun compte n'est tenu des frais énormes des triangulations complémentaires proposées, véritable gouffre qui engloutira des millions, des frais d'instruments, des frais de calculs, des frais de rédaction des levés ! Il n'y aura aucun frais pour la topographie pendant 3 mois et demi de l'année ! etc...

Le projet escompte une dépense annuelle de 500.000 fr. pour la partie cartographique. Passera-t-on d'une vitesse dérisoire de 3 feuilles au 50.000e par an à la vitesse prévue de 50 feuilles au 50.000e et 200 au 20.000e, sans construire de nouveaux bâtiments, sans multiplier par un énorme coefficient le nombre des machines, du personnel, des frais de dessin, d'héliogravure, de papier ? Nous avons bien peur que le demi-million annuel consacré aux dépenses de la cartographie n'en couvre ou n'en amortisse qu'une fraction, même aux taux en vigueur à l'époque du projet.

Enfin peut-on concevoir un projet de carte de France élaboré comme s'il n'existait pas un Service du Cadastre, dans la plus parfaite indifférence pour les leçons du passé, comme si la carte et le cadastre ne devaient pas se prêter un mutuel appui ?

Dès lors, comment s'étonner, devant ces réflexions des techniciens, que le projet de loi lancé en même temps que la brochure, n'ait pas dépassé la première étape ?

Tout est donc à reprendre et nous croyons avoir, dans cette brève étude, suffisamment mis en évidence ce qui suit :

1° Depuis une quarantaine d'années, l'histoire de la nouvelle carte de France au 50.000e, établie d'après des levés à grands échelle, eux-mêmes publiés, offre une lamentable succession d'efforts rendus stériles par l'insuffisance des moyens mis en œuvre et le manque d'entente entre les Services compétents.

2° Cette carte n'intéresse pas que tel ou tel Ministère. Tout projet rédigé par l'un deux en voulant ignorer les autres, ne saurait aboutir. Il existe une Commission centrale des Travaux géographiques créée pour tenir compte de tous les desiderata et coordonner tous les efforts ;

3° En particulier, le problème de la nouvelle carte et celui du cadastre sont solidaires. L'oublier serait entrer dans la voie des doubles emplois et du gaspillage financier.

4° La carte et le cadastre doivent être appuyés sur une bonne triangulation moderne. Les frais en seront augmentés, mais en apparence seulement, car ces deux œuvres seront alors définitives et durables. Agir autrement, c'est construire deux édifices instables (1) :

5° L'effort financier à faire pour la carte est certes considérable. Il faut se résoudre à dépenser (aux taux de 1924) pour la triangulation une soixantaine de millions, et pour le reste bien plus des 70 millions prévus par le Service géographique, mettons 100 millions. Si une dépense de 8 millions par an (à multiplier depuis 1924 par un coefficient de majoration) effraye à juste titre, admettons qu'au lieu de terminer l'œuvre en 20 ans, comme le prévoit le Service géographique, on ne l'achève qu'en une quarantaine d'années. La dépense, dépasse-t-elle nos possibilités? Nous ne le croyons pas. Est-elle justifiée? Oui certes : on dépense malheureusement tant d'argent pour des choses moins utiles ! N'oublions pas que si, dès 1881, époque de la première tentative avortée, il y a 44 ans, on avait marché droit d'après un plan d'ensemble judicieux, avec les moyens nécessaires, nous serions, à l'heure actuelle et peut-être depuis longtemps, dotés d'une triangulation nouvelle, d'une carte au 50.000e et de levés à grande échelle, la tout pour un prix quatre à cinq fois inférieur eux dépenses que ces travaux exigeront à présent, soit à peine trente à quarante millions. Nous portons aujourd'hui la peine de nos tergiversations et de nos erreurs du passé.

Exprimons donc un vœu en terminant : qu'un nouveau projet de carte de France moins étriqué

(1) Dans les régions présentant quelque difficulté, en montagne par exemple, on ne conçoit pas bien un topographe isolé se tirant d'affaire avec un seul aide.

(2) Donc en supposant qu'il n'existe aucun officier supérieur, aucun inspecteur des travaux, etc...

(3) Par jour : officiers subalternes : 25 fr., sous-officiers : 17 fr., soldats : 8 francs.

(1) Les dépenses de la topographie seraient évidemment, comme nous l'avons indiqué, réduites dans une très notable mesure par l'utilisation des levés cadastraux. Il convient aussi de remarquer le secours puissant qu'apportera à la carte, pour le nivellement et le figuré du terrain, le Service du Nivellement général de la France, du Ministère des Travaux publics, qui, sous la direction de M. Lallemand, a couvert la France d'un réseau serré de lignes de nivellement de précision, fournissant ainsi les altitudes d'une multitude de points dans un système homogène, déjà utilisées d'ailleurs par le Service géographique de l'Armée. Tout projet de carte de France doit être conçu en accord complet avec ce Service, tout aussi bien qu'avec celui du Cadastre.

Digitized by Google

tienne le plus grand compte de ce fait que la question du cadastre semble être entrée à présent dans une phase rationnelle, nouvelle et décisive! Fort cette fois de l'approbation des véritables techniciens et complètement d'accord avec les autres Services intéressés, le Service géographique pourra faire triompher au Parlement l'idée d'une carte régulièrement appuyée, comme le cadastre, sur une triangulation nouvelle et tirant des levés cadastraux la majeure partie de sa planimétrie. On réduira ainsi les frais au minimum, non point par des économies trompeuses, que l'on pourrait qualifier de très coûteuses, et de nature à compromettre en réalité la solidité de l'édifice, mais par l'accord absolu avec les Services dont la collaboration peut avoir une valeur inappréciable pour la carte. Ainsi seront appliquées les idées rationnelles des grandes Commissions de 1807 et 1817 dont nos inconséquences ont jusqu'à présent empêché la réalisation, en faisant mieux comprendre encore toute leur valeur.

Colonel Georges PERRIER,
Membre de l'Institut.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La Constitution de l'Univers. — 1. On admit jusqu'à 1914 que notre Univers avait été formé par une simple nébuleuse spirale; puisque l'on remarque dans le ciel des centaines de milliers de ces nébuleuses, il fallait naturellement admettre que chacune d'elles constituait un univers semblable au nôtre.

L'analyse spectroscopique venait à l'appui de ces conclusions, en montrant que les nébuleuses spirales ont un spectre analogue à celui des étoiles et que leur vitesse radiale est très élevée.

2. La détermination des distances des nébuleuses spirales apparut tout d'abord extrêmement difficile, puisque, en raison de leur forte distance, il n'était même pas possible de songer aux méthodes trigonométriques ordinaires.

Les astronomes ont eu recours à des voies indirectes, pouvant se réduire à trois principales :

a) *Les méthodes analytiques*, principalement développées par Jeans dans ses recherches récentes sur la dynamique des étoiles. Cet auteur a appliqué l'analyse mathématique à l'étude des bras des nébuleuses, démontrant qu'ils sont longitudinalement instables et qu'ils doivent, en conséquence, se briser en plusieurs noyaux de condensation dont il est parvenu à calculer les distances linéaires mutuelles. On déduit facilement la distance de la nébuleuse par voie de comparaison de ces valeurs avec les distances angulaires fournies par les observations astronomiques.

b) *Les méthodes spectroscopiques.* En comparant des photographies prises à divers intervalles de temps, Slipher a trouvé, en 1914, que les nébuleuses spirales sont douées d'un mouvement de rotation; plus tard Van Maanen a réussi à déterminer, par des mesures très précises, que la nébuleuse de la Grande Ourse accomplit un tour sur elle-même en l'espace de 100.000 ans environ. Cela nous permet de connaître la vitesse angulaire de rotation des nébuleuses, laquelle, comparée avec la vitesse linéaire que fournit le spectroscope par la méthode de Doppler, nous donne les dimensions des nébuleuses et, en conséquence, leurs distances.

c) *La méthode des étoiles novæ.* On connaît actuellement une trentaine de *novæ nébulaires*. En comparant l'éclat de ces *novæ* avec celui des *novæ* de notre univers, on en déduit leur distance ainsi que celle de la nébuleuse à laquelle elles appartiennent.

Quoique les résultats fournis par ces trois méthodes ne soient pas extrêmement concordants, on est actuellement en mesure d'affirmer que, très probablement, la distance des nébuleuses spirales n'est pas très supérieure à celle de la Voie Lactée, ce qui constitue une des plus belles conquêtes de l'Astronomie Sidérale.

3. Mais un résultat encore plus intéressant a été déduit des études sur les amas globulaires et nous pouvons même affirmer que c'est là une véritable gloire de la science moderne.

Dès la découverte des lunettes, les astronomes avaient remarqué des amas d'étoiles ayant la forme des globes dans lesquels les astres paraissaient se condenser autour d'un centre pour devenir plus rares tout autour. Les plus beaux amas sont ceux du Toucan, du Centaure et d'Hercule; mais on en dénombre une centaine environ, disposés pour la plupart dans la moitié du ciel qui a pour centre la constellation du Sagittaire. Tout en étant répartis au hasard, on ne les trouve jamais dans les parages de la Voie Lactée : les amas globulaires paraissent fuir, pour ainsi dire, la région galactique.

Ces amas étranges ont naturellement attiré au plus haut point l'attention des savants; mais ce n'est qu'au cours des dernières années que l'on est arrivé, grâce à l'aide des télescopes colossaux de l'Université de Californie et de Mount Wilson, à déterminer leur distance.

Les deux méthodes employées ont été :

a) La méthode des étoiles *novæ* dont nous venons d'indiquer le principe.

b) La méthode des étoiles *céphéïdes.*

Les étoiles *céphéïdes* sont des étoiles variables, à variation périodique continue, dont la courbe de lumière présente généralement un rapide accroissement d'éclat, suivi d'une lente décroissance. Il ne paraît pas que cette variation de lumière puisse s'expliquer par des éclipses partielles, causées par une étoile satellite; la plupart des astronomes estiment que cette variation est due à des effets de marée ou encore à une véritable pulsation de l'astre. Leur période de lumière est étroitement liée à l'éclat absolu, c'est-à-dire à l'éclat que ces étoiles posséderaient si elles étaient placées à l'unité de distance de nous. Si l'on examine, à l'aide d'un photomètre, une céphéïde, on parvient à connaître sa période et, en conséquence, son éclat absolu; d'autre part, le photomètre nous fournit l'éclat apparent, de telle façon qu'en com-

Digitized by Google

parant les deux valeurs on peut en déduire la distance de l'étoile.

Plusieurs amas globulaires contiennent quelques étoiles céphéïdes dont les distances ont été récemment mesurées par Harlow Shapley. Cet astronome est ainsi arrivé à la conclusion que la distance de ces amas globulaires est bien supérieure à celle des nébuleuses spirales, atteignant souvent un demi-million d'années lumière environ.

4. Tout ce qui précède obligera peut-être les astronomes à abandonner la conception de plusieurs univers matériels, dont chacun aurait été constitué par une nébuleuse spirale, pour adopter l'idée d'un univers unique dans lequel les étoiles sont groupées en amas de forme globulaire. L'ensemble de tous ces amas constituerait un tout unique, de forme sensiblement ellipsoïdale, dont le plan équatorial différerait fort peu du plan galactique tandis que le centre se trouverait à environ 60.000 années-lumière de nous, dans la direction du Sagittaire.

On s'expliquerait ainsi qu'on observe un plus grand nombre d'amas globulaires dans la moitié du ciel dont le centre est représenté par le Sagittaire, et on s'expliquerait encore l'inexistence de groupes globulaires à proximité de la Voie Lactée. La dynamique des étoiles laisse, en effet, comprendre que, lorsqu'un groupe d'étoiles, par suite de son propre mouvement, vient à se placer dans le plan équatorial de l'ellipsoïde, il se décompose en vertu des attractions perturbatrices intenses auxquelles il se trouve soumis. La Voie Lactée serait constituée, tout au moins en partie, par le résidu de ces décompositions.

Parmi les différents amas d'étoiles, il en est naturellement un, celui qui comprend le Soleil, dont l'importance est pour nous capitale et qui constitue l'Univers étudié par Herschel. Cet amas se trouve à proximité de la Voie Lactée et, en conséquence, il est en voie de décomposition, ce qui explique les grandes distances qui existent, d'une part entre les diverses étoiles, d'autre part entre ces étoiles et le Soleil. A. Bc.

T. S. F.

Radiogoniomètre instantané à lecture directe. — Les radiogoniomètres usuels se prêtent très mal à des mesures sur atmosphériques ou en général sur émissions très brèves ou dont l'azimuth varie assez rapidement. Ceci est dû à l'inertie trop grande de la partie mobile.

L'appareil dont nous allons très brièvement indiquer le principe s'affranchit de cet inconvénient; il a été utilisé par Watson Watt et J.-F. Herd au Radio Research Board particulièrement pour leurs études sur les atmosphériques : 2 cadres A et B se coupent à angle droit. Une onde verticale, faisant un angle φ avec le plan de A, et dont la force électrique a pour valeur maximum E, produira dans les cadres A et B des f. e. m. proportionnelles, à E cos φ et E sin φ. Les f. e. m. à travers les condensateurs d'accord seront dans le même rapport. Si ces condensateurs sont reliés aux systèmes de plaques déviatrices d'un oscillographe cathodique, les 2 champs se recombineront pour produire un champ résultant d'intensité proportionnelle à E et, faisant un angle φ avec l'axe correspondant aux plaques a, a'. On obtient donc sur l'écran une ligne, de longueur proportionnelle à la f. e. m. qui serait induite dans un cadre identique à A dirigé dans la direction de propagation, et faisant avec l'axe de référence ra' un angle égal à l'angle A. En général, pour avoir une sensibilité convenable, il faut amplifier les f. e. m. avant de les appliquer aux plaques de l'oscillographe.

Lorsqu'on opère sur des atmosphériques, où il n'est pas possible de se faire une idée de l'exactitude des résultats, il convient d'éliminer toutes les causes possibles d'erreur. Aussi opère-t-on avec le minimum d'amplification et, avec des circuits aussi symétriques que possible. Pour éliminer l'effet d'antenne, les cadres sont divisés en

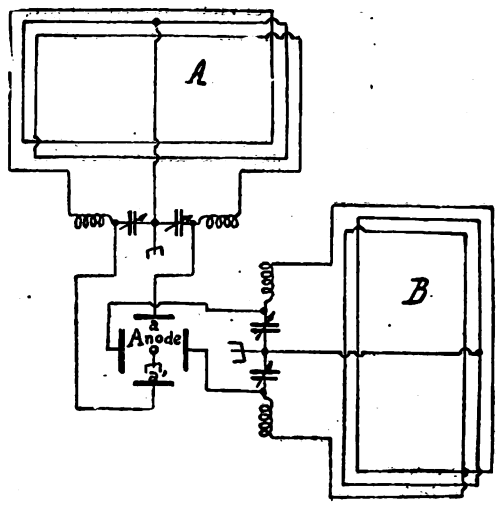


Fig. 237. — Radiogoniomètre à lecture directe.

2 moitiés, les points milieux des côtés horizontaux étant mis à la terre, ainsi que l'anode de l'oscillographe. Les systèmes d'accord sont divisés de façon à être placés symétriquement par rapport au fil de terre. L'accord de chaque moitié de cadre est pratiquement indépendant de celui de l'autre moitié. Le problème se complique singulièrement lorsqu'on amplifie les signaux.

Quoi qu'il en soit, d'après Watson Watt et Herd, si 2 stations travaillent simultanément à vitesse de manipulation normale, l'image, obtenue sur l'écran, se compose de 2 lignes brillantes. Aux vitesses élevées, l'image devient un parallélogramme fluorescent dont les deux côtés sont respectivement parallèles aux deux émissions. L'augmentation du nombre de stations travaillant simultanément complique singulièrement l'image, mais avec trois stations, à grande vitesse, les trois azimuts peuvent encore être aisément lus. P. A.

Météorologie

La nébulosité sur les côtes de France. — La nébulosité intéresse au plus haut point les touristes et les aéronautes. Généralement, on se contente, dans les traités de météorologie, d'indiquer la nébulosité moyenne notée de 0 à 10 (0 correspondant à un ciel sans nuages, 10 à un ciel complètement couvert).

Ces moyennes risquent de ne donner qu'une notion fort inexacte de la réalité, car une station qui aura la moitié du temps de ciel clair et l'autre moitié de ciel couvert aura une nébulosité moyenne égale à 5, qui correspond à un ciel demi-couvert, alors que cette station n'aura jamais réellement observé de ciel à demi-couvert.

Il est plus intéressant de noter le nombre de fois sur 100 observations où l'on observe en été un ciel clair (nébulosité variant de 0 à 1), peu nuageux (nébulosité 2 à 3), nuageux (nébulosité 4 à 6), très nuageux (nébulosité 7 à 8), couvert (nébulosité 9 à 10).

Les tableaux suivants donnent des proportions de nébulosités différentes dans les stations météorologiques du littoral, en janvier et en juillet, et les résultats moyens

Digitized by Google

correspondant aux côtes de la Manche, de la Bretagne, de l'Océan et de la Méditerranée.

FRÉQUENCE DES ÉTATS DU CIEL. — *Tableau I*

Janvier

Localités	Clair	Peu Nuageux	Nuageux	Très Nuageux	Couvert	Nombre de jours de brume par mois
Dunkerque	10	7	14	13	56	6.0
Gris-Nez	11	7	14	13	55	5.7
La Hève	9	13	9	16	53	7.5
Cherbourg	3	6	12	18	61	1.5
La Hague	1	5	12	17	65	2.4
Manche	*7*	*8*	*12*	*15*	*58*	*4.6*
Ouessant	6	5	11	13	65	2.7
Saint-Mathieu	7	15	11	17	50	3.3
Brest	8	9	12	12	59	7.8
Lorient	11	13	7	14	55	4.8
Bec Melen	13	9	9	12	57	3.9
Bretagne	*9*	*10*	*10*	*14*	*57*	*4.5*
Er Hastellic	5	10	14	22	49	3.6
Ile d'Aix	13	13	8	13	53	3.9
Chassiron	20	13	9	9	49	3.9
La Coubre	14	16	8	8	54	5.4
Biarritz	21	14	5	7	53	2.7
Océan	*15*	*13*	*9*	*12*	*51*	*3.9*
Cap Bear	25	24	15	23	23	0.3
Croisettes	45	17	7	5	26	15.0
Ile du Levant	44	14	13	10	19	2.0
Cap Ferrat	32	20	22	14	12	6.3
Méditerranée	*36*	*18*	*13*	*13*	*20*	*5.7*
Sanguinaires	16	32	13	8	31	0

FRÉQUENCE DES ÉTATS DU CIEL. — *Tableau II*

Juillet

Localités	Clair	Peu Nuageux	Nuageux	Très Nuageux	Couvert	Nombre de jours de brume par mois
Dunkerque	6	11	20	16	47	3.6
Gris-Nez	11	12	20	17	40	5.1
La Hève	4	20	16	15	45	7.8
Cherbourg	9	16	18	15	42	1.8
La Hague	1	27	21	15	36	3.0
Manche	*6*	*17*	*19*	*16*	*42*	*4.3*
Ouessant	11	9	12	13	55	5.4
Saint-Mathieu	15	20	15	16	34	6.0
Brest	13	11	18	17	51	6.9
Lorient	20	17	13	18	32	3.0
Bec Melen	22	12	15	15	36	2.1
Bretagne	*16*	*14*	*14*	*15*	*41*	*4.7*
Er Hastellic	14	15	15	29	27	1.8
Ile d'Aix	22	19	13	17	31	2.4
Chassiron	23	22	10	17	28	1.2
La Coubre	21	23	10	16	30	1.2
Biarritz	17	22	10	15	36	0.3
Océan	*21*	*20*	*11*	*18*	*30*	*1.4*
Cap Bear	24	27	16	13	20	2.7
Croisettes	63	13	6	7	11	15.0
Ile du Levant	68	16	7	4	5	7.0
Cap Ferrat	43	25	15	8	9	18.3
Méditerranée	*50*	*20*	*11*	*8*	*11*	*10.7*
Sanguinaires	29	46	13	4	8	1.8

On remarquera que dans toutes les stations de l'Océan et de la Manche le ciel est plus souvent couvert que clair. Cette prédominance est très grande en hiver, mais elle est aussi très marquée en été sans aucune exception. Toutefois, sur les bords du golfe de Gasgogne, le ciel est plus beau en général que sur les côtes de la Manche, et cette différence est nette surtout en été.

En hiver, dans la plupart des stations, on a plus de 50 chances sur 100 d'avoir un ciel très nuageux ou couvert. Dans certaines stations même, comme Ouessant, La Hague, Cherbourg, on a 80 chances sur 100 d'avoir un ciel très nuageux ou couvert. En été, sur le littoral de la Manche, le pourcentage du ciel très nuageux ou couvert dépasse encore 50 pour 100.

Si l'on admet qu'un ciel très nuageux ou couvert est défavorable aux opérations aériennes, on voit qu'il faut s'attendre à être immobilisé au moins la moitié du temps.

Sur les côtes de la Méditerranée, les proportions de ciel clair sont beaucoup plus fortes et le ciel couvert, en toutes saisons, ne s'observe pas plus de 20 fois sur 100.

Si une opération aérienne exige un ciel clair ou peu nuageux, on ne pourra faire cette opération qu'un à deux jours sur dix sur le littoral de la Manche; sur le littoral du Golfe de Gascogne, 2 à 3 jours sur 10 en hiver, 4 jours sur 10 en été; sur le littoral de la Méditerranée 5 jours sur 10 en hiver et 7 jours sur 10 en été.

J. Rouch.

Statistique

Production et consommation du coton. — Le problème de l'alimentation en matière première d'une des plus importantes industries du monde préoccupe un grand nombre de personnes, aussi de nombreux travaux sont-ils consacrés au coton. Une étude annuelle du *Commercial and Financial Chronicle* (New-York, 29 août 1925) commentée par l'*Économiste français* (26 sept.) donne des statistiques très instructives.

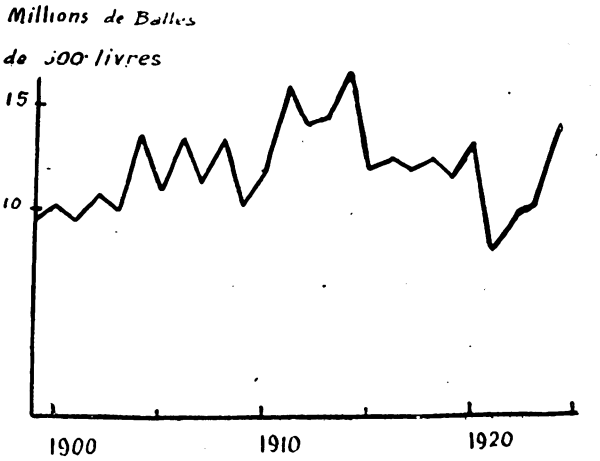


Fig. 238.

Un tableau de la production des États-Unis dans les 25 dernières années est résumé par le graphique ci-dessus (figure 238).

Cette production des États-Unis est en général comprise entre 10 et 15 millions de balles de 500 livres ou 226 kg. 5. L'année 1925 a donné une production très élevée, plus forte que 1924, qui figure la dernière sur ce graphique.

L'Égypte a produit en 1924-25 plus de 7 millions de cantars (1 cantar = 44 kgs. 928) soit 1.370.000 balles de 500 livres, c'est-à-dire un peu moins du dixième de la production des États-Unis. Les deux années précédentes elle a produit une quantité de coton sensible-

Digitized by Google

ment égale à celle de 1924-25, et en 1921-22 elle n'avait produit que 5.696.000 cantars. De cette production égyptienne 428.879 balles sont allées vers la Grande-Bretagne, 130.369 vers la France.

L'Inde a produit pendant les cinq dernières années :

1920-21.....	2.149.839	balles de 400 livres
1921-22.....	3.250.539	—
1922-23.....	3.580.679	—
1923-24.....	3.442.584	—
1924-25.....	3.696.690	—

Ce coton des Indes est surtout expédié au Japon et en Chine — environ les deux tiers, et un tiers en Europe.

Le Brésil et le Pérou produisent aussi une quantité importante de coton. Ce dernier pays a donné 50.796.000 kilogrammes en 1923, soit environ 225.000 balles de 500 livres.

Quelle est la consommation du monde ? Voici quelques-uns des nombres cités par l'*Économiste français*, pour la saison 1924-25, en balles de 500 livres.

Grande-Bretagne	3.150.000
Continent	5.950.000
États-Unis	6.692.000
Indes-Orientales	1.800.000
Japon	2.040.000
Canada	140.000
Mexique	175.000
Autres pays	1.900.000
Total	21.847.000

Un autre tableau de statistique se rapportant à la consommation mondiale du coton dans les 15 dernières années montre que cette consommation avait atteint en 1913-1914 18 millions de balles de 500 livres, sur ce nombre 4.300.000 étaient traitées en Grande-Bretagne et 6.000.000 sur le Continent. Après une diminution marquée surtout pour la Grande-Bretagne, les nombres de 1924-25 sont les suivants :

Consommation mondiale totale	21.897.000	balles.
dont : Grande-Bretagne.....	3.150.000	—
Continent.....	5.950.000	—
États-Unis.....	6.692.000	—
Indes-Orientales.....	1.800.000	—
Japon.....	2.040.000	—
Autres pays.....	2.215.000	—

Les États-Unis qui traitaient 5.860.000 balles en 1913-14 ont donc augmenté sensiblement leur industrie cotonnière, on note aussi une petite augmentation pour les Indes. Quant au Japon il ne traitait en 1913-14 que 1.522.000 balles, et les pays non dénommés 676.000.

Enfin les statistiques indiquent que sur une importation de 2.994.022 quintaux en 1924 la France n'a reçu de ses colonies que 25.727 quintaux, soit 30.843.000 francs sur 3.828.859.000 francs de coton. L. R.

Histoire des Sciences

Les composés organo-halogèno-magnésiens. — L'Académie des Sciences vient d'élire comme membre non résident, M. V. Grignard, professeur de chimie générale à l'Université de Lyon, créateur d'une des méthodes les plus puissantes de la chimie : l'emploi des composés organo-magnésiens dans les synthèses organiques.

M. Grignard reporte sur son maître, Ph. Barbier, l'honneur d'avoir eu l'idée de remplacer le zinc par le magnésium dans la méthode de Staytzeff, et d'avoir mis en lumière que l'emploi du magnésium permettait de pénétrer dans la série des méthylcétones, absolument fermée au zinc. Mais les résultats obtenus par Barbier étaient trop inconstants et trop irréguliers pour servir de base à une méthode systématique de synthèse. M. Grignard a eu l'idée simple, mais particulièrement heureuse, au lieu de faire réagir simultanément sur le magnésium l'iodure de méthyle et une cétone, de préparer au préalable la combinaison organo-magnésienne, pour ne la faire réagir qu'ensuite sur le groupement fonctionnel. Les faits connus étaient cependant peu encourageants. La préparation des composés organo-magnésiens symétriques et leurs propriétés principales avaient été étudiées en Allemagne quelques années auparavant ; les combinaisons obtenues, solides et insolubles dans tous les solvants neutres, avaient des aptitudes réactionnelles considérables, à tel point qu'ils s'enflammaient non seulement dans l'air, mais même dans le gaz carbonique. Ces corps étaient donc trop peu maniables pour entrer dans la technique des laboratoires ; ils étaient complètement retombés dans l'oubli.

M. Grignard s'inspira d'une vieille expérience de Frankland et Wanklyn, qui avaient reconnu qu'en préparant les organozinciques en présence d'éther anhydre, on obtenait des éthérates ininflammables à l'air, quoique possédant sensiblement les mêmes aptitudes réactionnelles que les composés primitifs. On pouvait espérer qu'avec le magnésium plus électro-positif que le zinc, et d'affinités plus vives, la même réaction se réaliserait plus facilement et plus complètement. C'est en effet ce qui eut lieu. M. Grignard découvrit que le magnésium en présence d'éther anhydre attaque les éthers halogénés des alcools et même des phénols à la pression ordinaire et à une température inférieure à celle de l'ébullition de l'éther. La réaction est donc extrêmement facile à réaliser ; elle conduit rapidement, et avec d'excellents rendements, aux « combinaisons organo-magnésiennes mixtes » R Mg X (X représentant l'halogène), à l'état d'éthérates solubles dans l'éther anhydre, non inflammables spontanément à l'air, et qu'il est possible de mettre en œuvre directement.

Cette découverte fondamentale a mis entre les mains des chimistes, avec une technique nouvelle, une quantité considérable de nouveaux composés organo-métalliques doués d'aptitudes réactionnelles extrêmement puissantes et variées, si bien qu'à peu près aucune fonction de la Chimie organique ne leur échappe. Le domaine ouvert à l'activité des chimistes était tellement vaste qu'il était impossible à un chercheur seul, et même à une seule école, de songer à l'exploiter entièrement. Dès le lendemain des premières publications du nouvel académicien, des travaux surgirent et se multiplièrent de tous côtés avec une ardeur qui s'est à peine ralentie. Le répertoire bibliographique des organomagnésiens dépasse actuellement 1.800 mémoires.

M. Grignard s'est livré avec succès à d'autres recherches d'un haut intérêt ; mais le prodigieux instrument de travail qu'il a donné aux chimistes aurait imposé depuis longtemps son entrée à l'Académie des Sciences, si celle-ci avait été plus largement ouverte aux savants de province. L'Académie Royale de Suède lui avait accordé en 1912 le prix Nobel de Chimie, en même temps qu'à M. Sabatier, récompensant ainsi, en deux savants français, les créateurs des méthodes les plus fécondes de la Chimie moderne, les organo-magnésiens, et l'hydrogénation catalytique.

S. R.

Digitized by Google

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Une route ferrée moderne pour automobilistes. — Il n'existe pas, actuellement, de revêtement routier supportant pendant des années sans se dégrader les grandes vitesses et les grandes fatigues d'une circulation automobile intense. Pratiquement, nos routes de France les plus fréquentées sont rapidement rendues impropres à la vitesse et l'on ne peut aller de Paris à Marseille, de Paris à Bordeaux, de Paris à Brest, sans de forts ralentissements, sur de longs parcours, et sans se contenter d'une vitesse moyenne faible, peu en rapport avec le degré de perfection des véhicules actuels.

Jusqu'ici, on n'a pas, à notre connaissance, essayé d'utiliser nos énormes ressources en fontes, pour établir des routes autodromes, pour véhicules de moyens tonnages et de grande vitesse.

Pendant ce temps, des millions de tonnes de fonte et d'acier, s'en vont à l'étranger chaque année, achetées à vil prix, généralement, grâce au change désastreux pour nous.

Notre pays se vide ainsi rapidement de matières premières d'une utilité incontestable, on pourrait presque dire vitale, pour son avenir.

S'il était démontré qu'une route à revêtement en fonte d'une certaine épaisseur, d'un certain type de dalles, d'assemblages, d'une certaine organisation technique enfin, ait de réels avantages pratiques de roulement et de sécurité, il y aurait un intérêt évident à adopter ce type de route ferrée moderne pour les grands axes de circulation du territoire (Paris à Marseille, à Bordeaux, à Brest, à Nancy, par exemple.) Ces dalles de fonte, en effet, étant pratiquement impérissables (1) seraient ainsi mises en réserve, quoique au grand jour, en un stock immense d'un nouveau genre. Des millions de tonnes d'un métal impérissable, indestructible, aussi sûr que l'or, pourraient ainsi être récupérées quand l'État y trouverait avantage ou sécurité.

Or, la possibilité de réaliser une route en métal, en fonte, n'est pas douteuse pour quiconque a confiance dans le génie français. Une pareille route fut d'ailleurs proposée au G. Q. G. pendant la guerre par des spécialistes de la fonte, pour remplacer la voie sacrée de Verdun, usée par la circulation intense des camions.

La seule grande objection, en somme, est celle du prix de revient très élevé : c'est elle que nous allons examiner.

Les circonstances pour la réalisation financière d'une route métallique sont peut-être plus favorables qu'on ne le croit, malgré le change, et peut-être même à cause du change... On sent, en effet, plus que jamais la nécessité de ramener la confiance en l'État, en ses ressources, en ses garanties, et jamais les moyens nouveaux ne furent plus actuels.

Admettons, sans entrer pour l'instant dans le détail de la réalisation, l'idée d'une route Paris-Marseille, de 800 kilomètres environ, qui aurait, comme on l'admet généralement, quelque 10 centimètres d'épaisseur et quelque 5 m. 50 de largeur. Elle exigerait un peu moins de 4 tonnes de métal au mètre courant et de 3.200.000 tonnes pour le parcours entier.

(1) Voir les tuyaux en fonte de l'époque Louis XIV encore si bien conservés.

Admettons que la fonte (de haut-fourneau) revienne posée, à 80 francs or la tonne, c'est environ 256 millions de francs or que pourrait coûter au total cette route en métal de Paris à Marseille. C'est le quart d'un des quatre milliards de francs or de notre encaisse métallique or de la Banque de France. C'est le seizième de notre *encaisse métallique or totale* qui pourrait être employé à cette sorte *d'encaisse métallique fonte* que constituerait une route autodrome de Paris à Marseille accompagnée par la suite d'autres analogues.

Or, la grande différence entre les deux genres d'encaisse métallique, celle qui dort dans les caisses de la Banque de France, ignorée du gros public, et celle que constituerait une route d'un type nouveau comme il est dit plus haut, c'est que celle-ci, par son luxe industriel même, ferait éclater au grand jour la richesse métallurgique de la France, de cette France qui pourrait et qui peut réellement, malgré sa misère apparente, faire avec tant de facilité de pareilles réalisations.

Enfin, l'établissement de grandes artères pour grands déplacements automobiles pourrait vraisemblablement constituer pour l'État un bon placement pour une partie tout au moins de son encaisse métallique or.

Développement de l'industrie par le marché intérieur du pays, évolution vers l'indépendance économique (1), diminution du chômage, développement de l'industrie automobile française, se traduisant par une contribution annuelle, même légère de celle-ci, des autos-clubs de France, des Chambres de Commerce des villes traversées ou desservies, enfin péage régulier pour l'emploi de la route spéciale, péage faible pour les nationaux, fort pour les étrangers qui, actuellement, usent nos routes et coûtent fort cher à l'État.

Tout cela est difficile à chiffrer, mais suffit à montrer que le budget de l'État pourrait trouver son compte à une innovation qui améliorerait évidemment son outillage présent et futur et qui serait une garantie financière de premier ordre pour un proche avenir.

Général Gascouin.

(1) On sait ce qu'il nous en a coûté de devoir, faute de stocks, importer par grandes masses le fer et l'acier dans la dernière guerre. Le malaise financier actuel tient pour une grande part à ces importations massives d'un métal très coûteux en période de guerre, que nous fabriquons en grand en temps de paix, mais que nous n'avons pas su stocker jusqu'à présent.

Mines

Les recherches de pétrole au Maroc. — Deux régions du Maroc ont fait spécialement l'objet de travaux de recherches de pétrole : elles avoisinent, la première Souk el Arba du Rharb, la seconde Petitjean. Toutes deux sont situées sur l'itinéraire du railway Tanger-Fez, la première à la hauteur de la future station de Karia ben Aouda, la seconde vers le point de raccordement des voies ferrées se dirigeant de Tanger et de Casablanca-Rabat sur Fez.

Non loin de Petitjean, au djebel Tselfat, un petit forage avait, dès 1919, donné une faible quantité d'huile : malheureusement, par la suite, le manque d'organisation des travaux de recherches avait paralysé les efforts de prospection. Aujourd'hui c'est plus au Nord, près de

Digitized by Google

Karia ben Aouda, à l'Ain el Hamra, qu'un appareil de sondage pour faible profondeur vient de trouver du pétrole à un peu plus de 300 mètres de la surface du sol : le nouveau puits débiterait, à l'heure actuelle, 200 litres par jour.

Les conditions géologiques de la région de Souk el Arba sont assez différentes de celles des environs de Petitjean. Ici, comme là, la prospection s'attaque à la région des nappes de charriage du Prérif, mais vers le Nord le régime tectonique est caractérisé par le développement d'une grande masse chevauchante argilo-gréseuse de Trias et d'Eocène, tandis que plus au Sud, vers Meknès, s'individualisent des écailles jurassio-burdigaliennes essentiellement formées de masses calcaires.

Il faut souhaiter que cette nouvelle découverte encourageante détermine enfin la poursuite de travaux de recherches en profondeur, qui seuls peuvent assurer la rencontre de nappes de pétrole importantes susceptibles de rendements industriels. L. J.

Mécanique

Les moteurs supersynchrones. — A l'heure actuelle, les transmissions d'énergie à grande et moyenne puissance se font presque exclusivement par courants alternatifs polyphasés. Il en résulte que, sauf cas très particuliers, les moteurs employés à la réception devront utiliser ces mêmes courants. Or les moteurs polyphasés usuels se ramènent, comme on sait, à deux types : *moteurs asynchrones*, pouvant, moyennant certains artifices, démarrer sous charge *normale*, mais possédant généralement un facteur de puissance plutôt faible — et *moteurs synchrones*, qu'il faut lancer avant de les « accrocher », qui sont par suite incapables de démarrer sous charge, mais qui possèdent l'inappréciable avantage non seulement d'avoir un facteur de puissance assez élevé, mais encore de pouvoir améliorer le facteur de puissance de réseau sur lequel ils sont branchés. On conçoit que les exploitants aient cherché à développer l'emploi de ces derniers moteurs, au moyen par exemple de tarifications spéciales. Il existe néanmoins un certain nombre d'applications pour lesquelles le moteur asynchrone semblait indispensable, celles en particulier où le couple de démarrage est supérieur au couple de marche normale : je ne citerai qu'un exemple, particulièrement caractéristique à mon sens, celui des fours rotatifs à ciment : ce sont, comme on sait, d'immenses cylindres (plus de 20 m. de long), où les matières premières arrivent par une extrémité et marchent à la rencontre d'un jet enflammé de charbon pulvérisé ; la rotation du cylindre (quelques tours à la minute) assure le brassage des matières en réaction.

Or la nécessité de lancer préalablement à la vitesse normale le rotor d'un moteur synchrone empêchait d'utiliser de tels moteurs pour l'entraînement des fours à ciment ; d'autre part, des raisons techniques rendent le moteur asynchrone tout à fait indésirable dans le cas présent. Le problème de l'entraînement des fours à ciment par un moteur à courants polyphasés a cependant pu être résolu par l'emploi de ce que la General Electric C° appelle le moteur *supersynchrone*.

On sait d'abord en quoi consiste le moteur synchrone ordinaire : le rotor — ou partie mobile — comporte une série d'électroaimants excités par du courant continu ; le stator — partie fixe — possède des enroulements parcourus par les courants alternatifs polyphasés qui créent un champ magnétique tournant avec une certaine vitesse angulaire ; l'opération de l'accrochage consiste à lancer le rotor précisément avec cette vitesse ; l'expérience montre que cette vitesse se maintient et que le champ tournant exerce alors sur le rotor un couple, d'où naît la puissance du moteur. Certains artifices de construction permettent d'ailleurs d'utiliser le champ tournant du stator pour lancer le rotor, *sous charge réduite*, du repos à la vitesse d'accrochage.

L'idée qui a présidé à l'établissement du moteur supersynchrone est la suivante :

Imaginons un moteur synchrone dont le rotor est identique à celui d'un moteur ordinaire, mobile par conséquent par rapport au stator. Mais le stator, au lieu d'être fixé au sol, est lui-même monté sur billes dans un bâti fixe ; il peut prendre un mouvement de rotation autour du même axe que le rotor. Le rotor étant en court-circuit, envoyons des courants polyphasés dans les enroulements du « stator ». Le rotor ne peut démarrer en raison de l'inertie du four rotatif qui lui est relié par engrenages ; mais, en vertu de l'égalité de l'action et de la réaction, il exerce sur le stator — monté sur billes — un couple égal à celui que le stator exerce sur lui : c'est donc le « stator » qui démarre « en asynchrons » et prend la vitesse de synchronisme, pour laquelle il devient capable d'exercer sur le rotor — alors fixe — le couple de fonctionnement normal.

A ce moment, excitons le rotor par du courant continu et ralentissons le stator, par exemple au moyen d'un frein à ruban. La théorie ordinaire du moteur synchrone montre que de ce fait, le rotor reçoit une impulsion, qui en quelque sorte tend à compenser la diminution de vitesse du stator : la somme des vitesses du rotor et du stator doit en effet rester constante. Dès lors, des freinages successifs et ménagés du stator entraînent une augmentation continuelle de la vitesse du rotor, laquelle dépasse la vitesse du stator ; elle finit par atteindre la vitesse d'accrochage lorsque le stator a été entièrement freiné. Il ne reste plus alors qu'à fixer le stator au bâti : le rotor entraîne le four à ciment à la vitesse normale ; en fait, le moteur supersynchrone est devenu un moteur synchrone ordinaire.

On voit comment cet élégant artifice a permis de tourner une difficulté qui semblait insoluble : utiliser pour des démarrages sous charge un moteur dont la caractéristique est de ne pouvoir démarrer qu'à vide. Sous sa forme présente, le moteur supersynchrone paraît moins encombrant que le moteur synchrone ordinaire de même puissance ; il semble également adapté à des vitesses de rotations inférieures : il est en effet construit pour des vitesses de rotation de 100 à 400 tours-minutes, pour des puissances de 300 à 600 chevaux (la moitié environ des vitesses standards). Peut-être d'ailleurs n'y a-t-il, dans ces différences de vitesses, que des particularités d'adaptation à des emplois spéciaux. A. F.

Métallurgie

La fabrication électrique du ferromanganèse en Norvège. — L'usine se trouve dans un endroit écarté appelé Sande, à la tête d'un fjord, à l'ouest de la Norvège entre Stavanger et Hangesund.

Le premier fourneau pour la production de ferromanganèse et de ferrosilicium a été mis en route en été, un second a été mis en route peu de temps après et un troisième va être terminé cette année ; il absorbera le reste de l'énergie actuellement disponible. L'usine occupe 350 ouvriers. (*Iron Age*, 29-1-25.)

E. P.

Digitized by Google

Combustibles

Le procédé Bergius pour transformer le charbon en pétrole. — Le procédé exploité dans les nouvelles usines de Rheinau près de Mannheim peut être regardé comme étant une hydrogénation du charbon au moyen de l'hydrogène à haute température et sous une pression élevée. Tout d'abord, Bergius se servit d'une bombe. Plus tard, il employa des autoclaves cylindriques tournant autour de leur axe horizontal, il introduisait le charbon pulvérisé avec un peu d'huile et de l'hydrogène à 100 atm. Quand on portait la température à 500° C la pression intérieure s'élevait à 250 atm. puis diminuait graduellement par suite de la combinaison de l'hydrogène avec le carbone. Ainsi un essai donna 67 % d'huile, 16 % le carbone résiduel (insoluble dans le benzène) et un peu d'eau et de gaz. En remplaçant l'hydrogène par de l'azote, la réaction se produisit également mais l'augmentation et la chute de température étaient complètement changées et tout le carbone résiduel était cokéfié.

Dans environ 2.000 essais faits avec des charbons allemands et étrangers, le rendement d'huile (calculé comme ci-dessus) s'éleva à environ 50 %. Le charbon de mauvaise qualité donnait relativement plus d'huile que l'anthracite; la température la plus favorable était de 450° à 480° C. La pression initiale devait être d'au moins 50 atm. Quand la température était trop élevée et la pression trop faible, il se formait plutôt du coke. La nature du liquide chargé en même temps que le charbon, goudron de gaz, phénols ou crésols bruts semblait n'avoir aucune importance, ce liquide facilitait la répartition de la température mais il n'était pas absolument nécessaire. La liqueur aqueuse, formée, contenait une partie de l'oxygène du charbon et de l'air et la majeure partie à l'état d'ammoniac, de l'azote contenu dans le charbon; une partie de l'azote entrait dans les combinaisons huileuses; la plus grande partie du soufre était éliminée par l'oxyde de fer ajouté à cet effet. Le gaz, environ 20 % en poids du carbone, comprenait du méthane et autres, on ne trouva aucun hydrocarbure non saturé.

Industriellement, un procédé intermittent nécessitant des alternatives de chauffage et de refroidissement, des rechargements etc., n'était pas économique, on construisit alors une installation plus considérable permettant de traiter de 300 à 1.000 kgs par 24 heures. Cette installation comprenait un appareil continu dans lequel une pompe introduisait une pâte de charbon broyé à 1 mm., mélangée avec 40 % de goudron (débarrassé de ses éléments les plus volatiles). Du cylindre de réaction, les produits obtenus passaient dans un serpentin puis dans l'appareil où l'on séparait les produits liquides et gazeux. Dans cette installation une tonne de charbon donnerait 445 kgs d'huile, 210 kgs de gaz, 5 kgs d'ammoniac et 350 kgs de carbone résiduel qui à son tour étant chauffé, donnerait 80 kgs d'huile, 245 kgs de coke et 25 kgs de gaz. Le rendement total en huile s'élèverait à 150 kgs d'hydrocarbures légers neutres (à point d'ébullition inférieur à 230° C.), 200 kgs d'huile Diesel, 60 kgs de graisse, 80 kgs d'huile combustible. On traitait l'huile comme dans les raffineries de pétrole; cette huile paraissait contenir de fortes proportions de phénols et de créosotes. L'usine actuelle de Rheinau, traitant environ 5 tonnes par jour, marche depuis plus d'un an à la pression initiale de 120 atmosphères mais on porte cette pression à 150 atmosphères. La résistance du fer diminuant beaucoup à cette température de marche, on chauffe indirectement la chambre de réaction en faisant circuler dans le blindage enveloppant la chambre, un gaz inerte comprimé et chauffé. La chaleur amenée de l'intérieur, le serait par un bain de plomb. Le docteur Bergius n'a donné aucun détail sur ces particularités. Ceux qui ont visité l'usine ne tarissent pas d'éloges sur la perfection de ces installations qui, pendant des semaines, maintiennent la température constante, tous les détails mécaniques sont également aussi perfectionnés.

Ce procédé est un procédé d'hydrogénation, mais non dans le sens technique habituel qui indique une catalyse pour laquelle il faut un hydrogène excessivement pur. Bergius n'emploie aucun catalyste, il peut marcher avec un hydrogène à 80 % comme le fournissent les fours à coke : il retire cet hydrogène des gaz obtenus dans l'opération de sorte que le charbon est la seule et unique matière première. Une partie de l'hydrogène employé pour cette réaction est probablement formée par la dissociation de molécules d'hydrocarbures formés durant la réaction ou existant déjà dans le charbon. Mais il faut absolument de l'hydrogène pour cette réaction; c'est pour cela que Bergius conseille de combiner les usines de fabrication de pétrole avec des usines à gaz. Il faudrait deux ou trois tonnes de charbon pour produire une tonne d'huile. (*Engineering*, 22-11-25.)

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 juin 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Michel Petrovitch.* — **Propriété remarquable d'une suite d'intégrales doubles.** — *A. Véronnet* (prés. par M. P. Appell). — **Extension du calcul vectoriel à l'analyse et au calcul différentiel absolu.** — *Noaillon* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la détermination sans ambiguïté de la solution du problème de Dirichlet pour les fonctions sommables.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Bary* et *D. Menchoff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur l'intégrale Lebesgue-Stieltjes et les fonctions absolument continues de fonctions absolument continues.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Henri Bénard* (prés. par M. M. Brillouin). — **Sur les lois de la fréquence des tourbillons alternés détachés derrière un obstacle.**

ÉLASTICITÉ. — *L. Lecornu.* — **Sur le problème de la meule.**

— *R. Chambaud* (prés. par M. Mesnager). — **Sur une classe particulière de solutions du problème de la couronne circulaire. Application à la théorie des voûtes circulaires épaisses.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder.* — **Application de la relativité aux systèmes atomiques et moléculaires.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *P. Dumanois* (prés. par M. Rateau). — **Sur la possibilité de réaliser de hautes compressions sans antidétonants.**

L'auteur démontre expérimentalement qu'il est parfaitement possible d'éliminer le phénomène de détonation, sans emploi d'antidétonants, uniquement par des procédés physiques, faciles à appliquer, et de reculer la limite pratique de compression jusqu'à la valeur déterminée par la présence

Digitized by Google

de points à température élevée à l'intérieur de la chambre de combustion.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Ch. Jacquet* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur de nouvelles sources radioactives dans le Puy-de-Dôme.**

L'auteur, qui a entrepris une série de recherches sur la radioactivité des sources du Puy-de-Dôme, signale particulièrement dans cette Note la source de Chateldon-Montagne dont la température est de 10° et le débit régulier de 140 l. à l'heure. Sa radioactivité est de 105,75 millimicrocuries par litre d'eau ; or, la source Lepape, de Luchon, était considérée jusqu'ici comme la plus radioactive des sources françaises, avec 41,5 millimicrocuries par litre.

Les autres sources étudiées par l'auteur ont respectivement 29 et 19,5 millimicrocuries.

Les deux sources les plus radioactives s'échappent au contact des filons de granulite qui se trouvent dans le prolongement d'un filon de quartz d'une longueur de trois kilomètres, filon qui est peut-être la cause principale de l'alimentation des sources, les eaux étant dirigées ensuite à leur point d'émergence par les nombreuses diaclases de filons de granulites qui leur font suite.

—*L. Eblé* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques dans le nord-est de la France.**

L'auteur expose dans un tableau les mesures magnétiques que, pendant l'été de 1925, il a effectuées dans les départements de l'Aisne, des Ardennes et de la Marne qui se trouvent ainsi rattachés au levé magnétique général de la France. Un deuxième tableau indique les variations séculaires moyennes pour chaque département. Elles ne manifestent pas de discontinuités avec celles qui ont été obtenues précédemment dans les départements voisins.

RADIOACTIVITÉ. — *Salomon Rosenblum* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les rayons α à charge simple.**

L'auteur a obtenu des photographies des deux groupes de rayons α du dépôt actif de Th avec une source dont le rayonnement γ était faible et équivalent à celui de 0,05 millicurie de R_a -él. et après une exposition de 6 minutes seulement. Ayant pu concentrer plus de 10 millicuries sur une source ayant la même forme géométrique, les rayons devaient être, en ce cas, visibles après une exposition de 2 secondes. La période du dépôt actif étant suffisamment longue, 10,6 heures, on pouvait donc espérer déceler après 1 heure d'exposition, des groupes de rayons environ 2.000 fois moins intenses que les groupes principaux. En effet, sur plusieurs clichés, en plus des deux raies dues au Th C et au Th C' deux autres raies fines se trouvaient à mi-chemin à partir de la raie centrale. L'aspect des raies « mi-chemin » est le même que celui des raies principales. Outre ces raies il existe une petite bande très faible entre la raie centrale et les raies nouvelles.

PHYSIQUE. — *M. Samsoen* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur la dilatation des verres industriels.**

Les verres essayés étaient respectivement riches en alumine, en chaux et en soude ; en outre ces trois types de verre mélangés en proportions variables ont donné toutes les compositions intermédiaires. Les coefficients de dilatation vrais ont été calculés par la méthode des tangentes ; ils croissent avec la température. Un tableau indique les résultats obtenus. Bien qu'une conclusion ne soit pas encore possible en raison de la complexité du problème, cette étude systématique met en défaut la règle additive beaucoup trop simple de Winkelmann et Schott.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur la trempe des alliages plomb-antimoine, plomb-étain et plomb-antimoine-étain.**

Il existe une solution solide plomb-antimoine qui renferme jusqu'à 2,5 % de Sb, mais la teneur limite diminue avec la température. Par trempe, la résistance de cet alliage durcit et sa résistance augmente encore avec le temps. On se trouve donc en présence d'un phénomène analogue à celui utilisé dans le traitement du duralumin. Les études sur les alliages plomb-antimoine et plomb-étain-antimoine ont déjà des conséquences industrielles intéressantes. On les utilise dans la fabrication des balles, la préparation des plaques d'accumulateurs et surtout pour les alliages Pb-Sn-Sb employés dans l'impression des journaux. Le cylindre portant les caractères est enroulé autour du cylindre de presse, alors que l'alliage trempé est encore assez doux, et quelques heures de repos suffisent à lui donner une grande dureté.

— *Léon Guillet.* — **Sur la cémentation du cuivre, du nickel et de leurs alliages par l'étain.**

L'auteur a cherché quelle peut être la production en surface d'alliages ayant des propriétés intéressantes, notamment au point de vue du frottement, avec une dépense minime d'étain, d'une part, et en évitant, d'autre part, l'action de l'étain liquide qui produit une détérioration superficielle des pièces. D'après la méthode employée par divers expérimentateurs pour la cémentation du fer par l'aluminium, l'auteur a utilisé un alliage cuivre-étain, dont le point de fusion est supérieur à la température atteinte dans l'opération. Des tableaux indiquent les résultats obtenus. Bien que le procédé nécessite encore des perfectionnements, il apparaît comme très intéressant en ses applications industrielles car il permet d'obtenir en surface des propriétés données par des alliages beaucoup plus coûteux parce que, contenant dans toute la masse des teneurs souvent élevées en étain (bronzes à frottement). On peut aussi préparer des pièces qui peuvent être forgées, matricées ou filées à la presse, puis cémentées, offrant ainsi beaucoup plus de sécurité que des pièces simplement coulées.

— *Chevenard* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Allures des isothermes représentant le résistivité et le pouvoir thermo-électrique des ferronickels reversibles, dans l'intervalle** —200° à +1.000°.

Les résultats recueillis dans l'étude des propriétés électriques des ferronickels reversibles entre —195° et +1.000° ne mettent pas nettement en évidence le composé $Fe^2 Ni$, mais ne contredisent pas non plus son existence. Pour recueillir des indications plus nettes, il serait nécessaire de poursuivre les expériences au-dessous de —195°, afin de comparer les alliages aux températures voisines du zéro absolu.

CHIMIE MINÉRALE. — *T. Karantassis* (prés. par M. Urbain). — **Doubles décompositions entre les halogénures de phosphore, étain, arsenic, antimoine, plomb, bismuth, silicium, titane, zirconium et thorium.**

Dans le groupe des métalloïdes trivalents, l'iodure d'un élément de poids atomique faible échange son iode contre le chlore ou le brome d'un halogénure d'élément de poids atomique plus fort.

Si on subdivise les métalloïdes équivalents en deux sous-groupes : (I) C, Si, Ti, Zr, Th, Ce, Celt, et (II) Ge, Sn, Pb, on verra que l'iodure de titane fait échange de son iode avec les chlorures des métalloïdes trivalents, et il en serait de même pour les autres iodures du groupe (I), car leurs chlorures ne réagissent pas sur l'iodure de phosphore. En outre, aucun chlorure (I) ne réagit sur l'iodure d'étain seul représentant abordable du groupe (II). Étant données les analogies de Zr et de Celt, il est certain que ce dernier se comporterait comme Zr. Il serait intéressant d'effectuer la réaction d'un halogénure de Ge avec un halogénure de Sn.

CHIMIE ORGANIQUE. — *N. Maxim* (prés. par M. G. Urbain). — **Action des composés organomagnésiens sur quelques amides N-dyalcoylées aromatiques.**

Digitized by Google

L'action des organomagnésiens sur les amides a fait l'objet de nombreux travaux. La réaction normale indiquée par Beis pour les amides primaires est :

$$(I) \qquad RCONH^2 + R'MgX \rightarrow RCOR' + NH^3$$

avec une amide dialcoylée, on aura :

$$(II) \qquad RCON(R_1)^2 + R'MgX \rightarrow RCOR' + HN(R_1)^2$$

Avec certaines amides dialcoylées plusieurs auteurs ont signalé l'existence d'une réaction secondaire pouvant être très importante ou même prédominante dans certains cas. Elle peut être exprimée ainsi :

$$(III) \qquad RCON(R_1)^2 + 2R'MgX = RCN\overset{(R')^2}{\overset{\|}{}}(R_1)^2 + MgO + MgX^2$$

L'auteur a étudié un certain nombre d'amides N diéthylées de la série aromatique afin de voir si, dans ce cas, cette dernière réaction est susceptible d'être mise en évidence. Il n'a pu l'observer dans aucun cas, les amides mises en œuvre ont donné exclusivement des cétones d'après la réaction (II) ou bien n'ont pas réagi. L. Franchet.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Em. de Martonne* (prés. par M. R. Bourgeois) — **Aréisme et Indice d'aridité.**

Parmi les régions de drainage intérieur, il convient de distinguer celles où l'écoulement régulier ou intermittent, aboutit à une dépression fermée, et celles où l'eau tombée ne donne aucun écoulement. Pour ce dernier cas, l'auteur propose celui d'*arrhéisme* ou d'*aréisme*. Par analogie on dira *endoréisme* pour drainage intérieur et *exoréisme* pour drainage océanique.

Les proportions de l'endoréisme par degrés de latitude ont été données précédemment et l'on a montré leur rapport avec une fonction des précipitations et de la température P : (T+10). L'auteur propose de donner à cette fonction le nom d'*indice d'aridité*.

BOTANIQUE. — *Aug. Chevalier* (prés. par M. H. Lecomte). — **Sur les Cinchonées de l'Afrique tropicale.**

Ces Cinchonées comprennent une vingtaine d'espèces réparties en cinq genres : *Crossopteryx*, *Hymenodictyon*, *Corynanthe*, *Pausinystalia*, *Pseudocinchona*. Certaines de ces plantes ont des écorces à saveur amère et astringente et sont usitées comme fébrifuges par les indigènes ; d'autres renferment des alcaloïdes à propriétés spéciales.

Le *Pseudocinchona africana* a été découvert par l'auteur en 1906 ; on se sert des écorces contre le paludisme. Les Baoulé du Nzi mâchent la même écorce quand ils sont atteints de rhume.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Mlle G. Bonne* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la constitution du gynécée chez les Chrysobalanées.**

L'ovaire des Chrysobalanées ne peut plus être considéré comme simple, ainsi qu'on l'admettait jusqu'ici, mais comme originellement trimère. *Chrysobalanus* avec son gynécée dimère représente un type plus accentué de réduction que les autres Chrysobalanées étudiées dans ce travail. Peut-être devrait-on considérer dans cette famille la zygomorphie comme l'état primordial et rechercher de ce côté les affinités ancestrales.

PHYSIOLOGIE. — *K. Chahovitch* (prés. par M. Henneguy). — **Métabolisme énergétique au cours du scorbut expérimental. Étude du quotient métabolique.**

Au cours du scorbut expérimental, il y a une augmentation très grande de la valeur du métabolisme de base, tandis que la valeur du métabolisme de sommet varie peu. Il en résulte une diminution du pouvoir d'accommodation de la thermogénèse, exprimée par la valeur du quotient métabolique, qui passe de 3,6, valeur normale, à 1,7 environ.

— *Mme L. Randoin* et *R. Lecoq* (prés. par M. Pierre Viala). — **Inégalité de la teneur en vitamines hydro-solubles (B) d'extraits de levure d'origine différente.**

Les divers extraits de levure n'ont nullement la même valeur biologique en tant que sources de vitamines hydrosolubles B. L'extrait de levure de bière contiendrait à la fois deux facteurs : l'un assurant l'entretien de l'organisme ; l'autre, essentiellement curatif de la polynévrite. L'extrait de levure de distillerie renfermerait seulement le premier facteur.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Claude Fromageot* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'oxydation de l'acide pyruvique par les ions cériques.**

L'acide pyruvique, en solution aqueuse, est susceptible d'exister sous les deux formes tautomères éno et céto. La solution renfermant la forme énolique se comporte différemment de celle ne renfermant que la forme cétonique. La forme énolique prend plus d'oxygène que la forme cétonique. L'oxydation de la forme énolique est moins rapide que celle de la forme cétonique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Raymond Petit* (prés. par M. H. Vincent). — **Action de la solution de chlorhydrate basique de quinine et d'uréthane sur le sang.**

La solution de chlorhydrate basique de quinine seule, ajoutée au sang total, au sang incoagulable, au sang défibriné, aux globules rouges lavés, hémolysés, chauffés, ou hémolysés et chauffés, hémolyse sans solidification, ni coloration brune. La solution d'uréthane seule est inactive.

La solution du sang par la solution de quinine et d'uréthane est plutôt une *gélification* du sang. La présence du stroma globulaire joue un rôle dans cette gélification.

— *Henri Marcelet* (prés. par M. C. Matignon). — **Études des huiles extraites de la tête d'un Dauphin** (*Delphinus Delphis* Lin).

Trois sortes de graisses ont été extraites : 1° graisse retirée des glandes se trouvant à la jointure des maxillaires (dénommée : maxillaire) ; 2° graisse retirée de la masse adipeuse se trouvant entre la mâchoire supérieure et l'évent (dénommée : nez) ; 3° graisse retirée du lard entourant le crâne (dénommée : tête). Les résultats consignés dans cette Note montrent les différences considérables qui existent entre ces trois huiles.

EMBRYOGÉNIE. — *H. Barthélémy* (prés. par M. Henneguy). — **Influence de la dilution du sperme sur la durée de survie des spermatozoïdes de la Grenouille rousse** (*Ranafusca*) **dans les milieux aqueux ou salés.**

Quel que soit le liquide employé (eau distillée, eau ordinaire seule ou renfermant du Na Cl), la durée de service des spermatozoïdes est d'autant plus longue que le sperme est plus concentré en éléments mâles. Cette longévité s'accentue encore pour des fragments de testicules.

Dans les solutions aqueuses renfermant 7 °/₀₀ et plus de Na Cl, le sperme se conserve moins longtemps que dans l'eau légèrement salée par 1,5 °/₀₀ ou 2 °/₀₀ de Na Cl et même que dans l'eau ordinaire seule.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ch. Porcher* (prés. par M. L. Lindet). — **L'altération des micelles du caséinate dans le complexe caséinate de chaux + phosphate de chaux, ses conséquences dans l'action de la présure sur ce complexe.**

Quant on chauffe à une température élevée le complexe *caséinate de chaux + phosphate de chaux* de réaction pH < 7, on sait que sa difficulté ou son impossibilité à coaguler sous l'action de la présure est le fait d'une altération des micelles phosphatiques. Si on laisse intacts les micelles phosphatiques et qu'on ne lèse que les micelles du caséinate, le trouble apporté au complexe dans sa façon de se comporter vis-à-vis de la présure relèvera cette fois uniquement de l'altération subie par le caséinate. L'auteur le montre par deux moyens : 1° action de la chaleur sur les caséinates alcalins, puis charge de ceux-ci, à la température ordinaire,

Digitized by Google

en phosphate de chaux ; 2° action du formol sur le complexe. Par ces moyens, on atteint tantôt les micelles phosphatiques, tantôt les micelles de caséinate.

— *Boulard* (prés. par M. Lindet). — **Sur un procédé permettant d'arrêter à volonté les fermentations, notamment celles des liquides sucrés et alcooliques et de les rendre infermentescibles.**

Lorsque la fermentation est bien déclarée et que 20 ou 30 gr. de sucre ont été transformés en alcool on chauffe le liquide pendant une heure environ à une température supérieure de quelques degrés seulement à la température mortelle de la levure ou des levures qui se trouvent dans ce vin. En règle générale, il suffit d'atteindre 45° C. Le liquide est ensuite refroidi puis ramené à la température optima de fermentation; il est une fois encore ensemencé avec les mêmes levures puis lorsque la fermentation est de nouveau nettement déclarée, on le chauffe une seconde fois. Il suffit en général de trois opérations de ce genre pour arrêter toute fermentation et pour rendre le liquide infermentescible, même après addition d'une quantité importante de levure et alors que la dose de sucres non fermentés est encore supérieure à 150 gr. par litre.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *E. Lesné* et *S. Simon* (prés. par M. Ch. Richet). — **Nouvelles observations sur le facteur antirachitique de l'huile de foie de morue.**

Certaines huiles de foie de morue ont une action curative sur le rachitisme humain et une action préventive et curative sur le rachitisme expérimental. L'activité ne peut être décelée par l'analyse physico-chimique. Des huiles parfaites quant à leur constitution et réalisant toutes les conditions exigées par le Codex, peuvent être sans action sur le rachitisme expérimental. Seule, l'épreuve biologique peut actuellement nous renseigner sur la teneur plus ou moins élevée en facteur antirachitique d'une huile de foie de morue. Il est donc nécessaire d'exiger, pour les huiles de foie de morue, un *test biologique* basé sur leur pouvoir de protection dans le rachitisme expérimental.

MICROBIOLOGIE. — *A. Nanta* (prés. par M. F. Mesnil). — **Une splénomégalie myxobactérienne.**

Les aspects divers de la bactérie qui provoque cette splénomégalie sont nombreux dans le même foyer : coccus très fins ou diplocoque encapsulé, formes bacillaires, streptobacillaires ou filamenteuses nues, kystes volumineux d'aspect extraordinairement varié, etc.

La splénomégalie que provoque ce parasite est particulièrement fréquente en Algérie puisque l'auteur a pu examiner huit rates en six mois.

— *P. E. Pinoy* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur une symbactérie isolée de cas de splénomégalie.**

L'auteur a isolé en culture le microorganisme rencontré dans les cas de splénomégalie nodulaire qu'il désigne sous le nom de *Synbacterium splenomegaliæ*. La culture de cette myxobactérie a pu être obtenue en anaérobiose stricte dans des tubes de gélose de Veillon, recouverte d'une couche d'huile de vaseline, à la température de 35 à 38°. La bactérie est un fin coccus ou un diplocoque entouré d'une capsule. L'inoculation au cobaye ou au lapin de la culture en bouillon (0 cm³ 25) tue ces animaux en moins de 24 heures.

Il est probable, d'après les résultats obtenus par inoculation chez les animaux, qu'il existe une maladie aiguë, correspondant à la maladie chronique, caractérisée par une invasion myxobactérienne de la rate. P. GUÉRIN.

Séance du 14 juin 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Rectification à propos de la Note : Sur les polynomes de Tchebichef.**

— *E. Lainé* (prés. par M. Goursat). — **Sur les équations de la forme $s=(x, y, z, p, q)$ qui sont de la première classe.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Goursat.* — **Sur un problème de la théorie des surfaces.**

— *Bertrand Gambier.* — **Surfaces de Voss-Guichard.**

GÉODÉSIE. — *Marcel Brillouin.* — **Centre de gravité et moments d'inertie des océans. Action moyenne de la Terre sur l'Océan.**

Le centre de gravité des Océans est à 1320 km. du centre du globe terrestre suivant un rayon L=150° W, A=46° S presqu'aux antipodes d'Odessa. Les produits d'inertie sont loin d'être négligeables. L'axe de rotation de la Terre n'est pas du tout un des axes principaux de la masse océanique. En conséquence les petites déformations de cette masse par les marées exerceront un couple — très petit mais variable — sur la partie solide du globe.

Si l'ensemble du globe a un ellipsoïde d'inertie de révolution autour de l'axe de rotation, la partie solide considérée seule doit avoir des produits d'inertie égaux et de signe contraire à ceux des océans. L'axe de rotation de la Terre n'est pas exactement un axe principal d'inertie de la partie solide. Les grandeurs correspondantes pour les continents sont beaucoup plus petites que pour les océans. La symétrie de l'ensemble dépend de la distribution des densités en profondeur.

Dans l'action du Globe sur les océans, la force est de l'ordre de $\frac{1}{375}$ g M, le couple est de l'ordre d'un millier de fois le couple maximum exercé par la Lune sur l'ensemble du Globe (environ 10^{29} C. G. S.)

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Ignace Puig* (prés. par M. G. Bigourdan). — **Les grandes perturbations électromagnétiques des quatre premiers mois de 1926, d'après les enregistrements de l'Observatoire de l'Ebre, Tortosa (Espagne).**

Dans cette étude, l'auteur a considéré les quatre plus fortes perturbations électromagnétiques de 1926 : 26-28 janvier, 23-25 février, 5-6 mars, 14-17 avril. La plus forte a été celle de janvier; puis viennent celles d'avril, de février et de mars. L'amplitude de la déclinaison magnétique, pendant la perturbation d'avril, est remarquable, elle égale presque celle du 11 août 1919. On attribue ces perturbations au soleil, surtout aux taches.

Or, d'après les enregistrements de l'Observatoire de l'Ebre, la plus grande extension des taches correspond à la perturbation de janvier, précisément la plus forte. Néanmoins, celle d'avril a été également très forte, tandis que les taches furent peu nombreuses et peu étendues. Ainsi se trouve confirmée l'idée de M. Bauer qu'il ne faut point comparer l'activité solaire avec l'activité électromagnétique de la terre, jour par jour, mais année par année.

ÉLECTRICITÉ. — *Jacques Risler* (trans. par M. Daniel Berthelot). — **Sur la formation des tubes luminescents à l'hélium.**

Les formations des tubes luminescents aux gaz rares exige l'élimination des impuretés et l'isolement du gaz définitif. La méthode la plus simple consiste à placer sur la canalisation à vide un fragment de charbon de bois fonctionnant en raison de son pouvoir absorbant à basse température à l'aide de la neige carbonique dans l'acétone (— 78°); on condensera ainsi sans peine les vapeurs de mercure, de graisse, etc. A cette température, 1 gramme de charbon de bois absorbe environ (en centimètres cubes) : H = 55, Az = 95, O = 130, CO^2 = 145, He = 5, Ne = 6.

Ces mesures s'accordent avec celles déjà faites à des températures plus basses, — 185° par plusieurs observateurs. Pour parfaire le vide sélectif et isoler tout à fait l'hélium, on introduira à l'autre extrémité de la canalisation

Digitized by Google

un double système d'absorbants contenant PO^5 et CO^2 solide et un gros filament de tungstène porté au rouge.

Une autre méthode de séparation de l'hélium consiste dans l'absorption des gaz par les métaux alcalins et alcalins-terreux.

PHOTOMÉTRIE. — *A Blondel* et *A. Dargenton.* — **Brillance apparente de la face de sortie d'un système optique à lentilles épaisses en nombre quelconque.**

Dans cette Note l'auteur étudie le cas d'un système formé de p dioptres 1, 2, 3. ., p limitant $(p + 1)$ milieux différents numérotés 0, 1, 2..., p, éloignés autant qu'on voudra les uns des autres.

RADIOACTIVITÉ. — *D.-K. Yovanovitch* et *Mlle A. Dorabialska* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur une méthode nouvelle pour mesurer l'absorption du rayonnement β et γ des corps radioactifs.**

On utilise ordinairement une méthode qui consiste à mesurer l'ionisation provoquée par l'énergie restante des rayons qui ont traversé successivement plusieurs couches de matière. La méthode qu'ont employée les auteurs consiste, au contraire, à mesurer par la voie calorimétrique l'énergie retenue par la matière elle-même sous forme de chaleur. A l'aide du calorimètre construit par M. Yovanovitch (*C. R.* 179, 1924, p. 163), sensible et peu absorbant, ils ont pu tracer dans divers métaux des courbes d'absorption, d'après lesquelles on peut calculer le coefficient global d'absorption des rayons β.

Les résultats obtenus sont exposés dans un graphique.

— *Frilley* (prés. par M. Jean Perrin). — **Absorption du rayonnement pénétrant de l'Ac en équilibre avec ses dérivés.**

La courbe d'absorption dans l'Al du rayonnement pénétrant de l'Ac. en équilibre avec ses dérivés, présente, au contraire, après un début rectiligne, une augmentation de pente et une deuxième partie droite. Après $1^{mm}5$ d'Al, commence un effet normal de filtration. Des anomalies de même forme, dues à des effets secondaires, se manifestent, il est vrai, avec divers rayonnements pénétrants, mais pour des épaisseurs très faibles d'absorbants. Ainsi, cet effet a été absorbé pour des épaisseurs inférieures à $0^{mm}05$ d'Al, avec le rayonnement de l'Ac et c'est seulement vers $0^{mm}5$ que se présente la courbure anormale qui est signalée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur la cémentation du cuivre et de ses alliages par l'aluminium.**

L'auteur a utilisé comme cément l'alliage Al-Cu à 20 % Al. Ce cément pulvérisé était additionné de 5 % de son poids de chlorure d'ammonium. Les résultats sont exposés dans des tableaux.

Les recherches effectuées mettent en vue une méthode intéressante de durcissement du cuivre et de certains de ses alliages, notamment des laitons ; certaines de ces cémentations ne donnent les résultats optima que si l'opération est suivie d'une trempe, ce qui rapproche singulièrement le procédé de celui couramment utilisé pour les aciers. Toutefois le procédé ne peut devenir d'utilisation courante que si l'on arrive à empêcher l'adhérence du cément aux pièces.

L'auteur signale que toutes ses tentatives en vue de cémenter l'aluminium par le cuivre ont échoué, en raison du point de fusion de Al.

— *René Dubrisay* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Recherches sur les actions superficielles.**

Dans une Note antérieure (*C. R.* 182, 1926, p. 1.217) l'auteur a montré que l'addition d'un électrolyte dans des solutions savonneuses augmente la quantité de savon fixée par adsorption à la surface de contact de l'eau et de la benzine. Il a pensé que les mêmes particularités pourraient être observées lorsque le corps adsorbant est solide, et les résultats obtenus dans cette voie ont été concluants. Ont été utilisés comme adsorbants : le sable siliceux, le kieselguhr, l'amiante, le coton, et, comme matières adsorbées : le bleu de méthylène, le bleu nuit, le rouge Congo, le méthylorange et l'alizarine viridine. La quantité adsorbée était mesurée par colorimétrie. Des expériences analogues ont été répétées avec des solutions additionnées de 0,5 % de chlorure de sodium qui a provoqué un accroissement de l'adsorption.

— *P. Mondain-Monval* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur les propriétés thermiques des diverses variétés de sélénium.**

La chaleur de transformation du sélénium vitreux en sélénium métallique peut être calculée à chaque température au moyen de la détermination faite à 130° et des chaleurs spécifiques des deux variétés. Elle augmente avec la température.

A 217°, température de fusion, elle se confond avec la chaleur de fusion et est de 16,4 cal. : gr.

La chaleur spécifique moyenne du sélénium métallique entre 15° et 217° est de 0,084, et celle du sélénium liquide au-dessus de 217° est de 0,118. Celle du sélénium cristallisé rouge est de 0,082 de 15° à 75°. Elle est donc supérieure à la chaleur spécifique moyenne du sélénium métallique qui n'est que de 078 dans le même intervalle de température.

— *A Kirrmann* et *H. Volkringer* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'absorption dans l'ultraviolet d'un couple d'isomères.**

Les auteurs ont étudié les deux heptènes monobromés : (I) C^2H^{11} — CH = CHBr et (II) C^2H^{11} — CBr = CH^2. La détermination des coefficients d'absorption a été faite à l'aide d'une méthode particulière de photométrie photographique. Une figure donne les courbes du logarithme du coefficient d'absorption moléculaire ε en fonction de la fréquence ν. Chacune des deux courbes présente deux points d'inflexion, auxquels on peut faire correspondre des maxima élémentaires dans les régions suivantes :

Bromure I.....	2125	et	1975 Å
Bromure II....	2170	et	1950 »

La différence des coefficients d'absorption, généralement faible, change de sens vers 1980 A. Lorsqu'on passe du bromure I au bromure II, le maximum élémentaire est décalé vers les grandes longueurs d'onde pour la première bande et vers les petites longueurs d'onde pour la deuxième.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L. Barthe* et *E. Dufilho* (prés. par M. A. Desgrez). — **Dosage du sodium ; nombreuses applications.**

La méthode de A. Blanchetière est d'une application très délicate, les auteurs y ont apporté des modifications qui la rendent facile et exacte, à condition d'opérer en l'absence de matières organiques et de phosphates. Ils indiquent les méthodes qu'ils ont suivies dans le dosage du sodium dans les eaux minérales, dans le lait, dans les laits bicarbonatés et bichromatés et qui peuvent être étendus à tous les liquides biologiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse et Paul Marschall Dean.* — **Sur un hydrocarbure coloré : le rubrène.**

Le nouvel hydrocarbure auquel les auteurs ont donné le nom de rubrène en raison de sa couleur rouge a été obtenu en partant du chlorure de phényléthinil-diphénylméthyle. Il se présente sous la forme de cristaux d'une magnifique couleur rouge orangé. Point de fusion, 331°. Soluble dans le benzène en donnant une liqueur rouge orangée douée d'une fluorescence jaune très intense. Au spectroscope, il montre trois bandes d'absorption, une dans le vert, une autre dans le bleu, et la troisième dans le violet. Dans les solutions concentrées on ne voit qu'une seule bande, allant du vert au violet.

Les solutions de rubrène sont stables à l'obscurité (en

Digitized by Google

présence comme à l'abri de l'air) ou à la lumière en l'absence d'air.

Le rubrène a pour formule $C^{42}H^{28}$ qui correspond à un dimère du chlorure de phényléthinyl-diphénylméthyle ayant perdu 2 HCl. L'étude cryorcopique dans le benzène a donné, pour le poids moléculaire, le nombre moyen 485.

— *Charles Prévost* (prés. par M. Moureu). — **Sur deux γ glycols α éthyléniques stéréoisomères.**

L'auteur a décrit, dans une Note précédente (*C. R.* 182, 1926, p. 853), une méthode permettant d'obtenir aisément le pentodiène 1,3 assez pur. Le carbure obtenu contient au moins 95 % de pentadiènes 1,3. En fixant sur le carbure brut deux atomes de brome par molécule on transforme le pentadiène 1,3 en 1,4 — dibromopentène 2. On obtient deux bromures *cis* et *trans* qui traités séparément par l'acétate de soude en solution acétique donnent deux acétines *cis* et *trans*. Avec le bromure *cis*, l'auteur a préparé en outre un corps nouveau :

$$CH^3CO^2 — CH^2 — C \equiv C — CH^2CH^3$$

Les carbures isomères du pentadiène 1,3 seraient l'éthylallène et la pentine 2.

Les acétines ont été saponifiées par la baryte ; la majeure partie des sels métalliques est précipitée par l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte. Les glycols en présence d'eau donne avec ce sel un colloïde qui floculе lorsqu'on chasse cette eau en un gel reversible qui retient énergiquement les glycols.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *B. Bogitch* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur le déferrage des mattes de cuivre et de nickel.**

Le cuivre et le nickel s'oxydent bien pendant le déferrage en proportions d'autant plus fortes que l'élimination du fer est plus avancée, ce qui est en conformité absolue avec la loi de l'action des masses. Quoique l'oxydation du nickel dégage plus de chaleur que celle du cuivre, les pertes par oxydation dans les scories, pour les mattes de nickel, sont plus faibles pendant presque toute la durée de déferrage : cette anomalie est due à une grande différence entre les chaleurs de décomposition du Cu^2S et NiS. Plus la scorie de déferrage est acide (visqueuse), plus les pertes par entraînement sont grandes, mais les pertes par oxydation, rapports $\frac{NiO}{KO}$ et $\frac{Cu^2O}{FeO}$ dans les scories, ne changent pas. L. FRANCHET.

MÉDECINE. — *Charles Nicolle* et *Charles Anderson*. **Fièvre récurrente transmise à la fois par ornithodores et par poux.**

La fièvre récurrente espagnole peut être transmise expérimentalement par les poux aussi bien qu'elle l'est par les ornithodores. Elle paraît plus près de la fièvre des tiques que de la récurrente mondiale. Elle offre donc l'exemple d'une spirochétose humaine susceptible d'être transmise par deux invertébrés très différents, puisque l'un est un acarien, l'autre un insecte aptère.

GÉOLOGIE. — *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur la présence de trois nappes de charriage dans le Rif méridional.**

L'auteur a pu constater, suivant une ligne continue allant de Teroual (sud-est d'Ouezzan) à Bab Moroudj (nord de Taza), la présence d'une série de pointements de calcaires liasiques reposant en contact anormal soit sur des assises chattiennes à *Lépidocyclines*, soit sur des assises helvétiennes à *Pecten Fuchsi*, soit sur des assises schisteuses grises et vertes offrant le facies du Flych à helminthoïdes de la région briançonnaise.

Cette Note donne lieu à quelques observations de la part de M. Pierre Termier relativement aux découvertes récentes de M. Daguin qui se raccordent parfaitement à celles de M. Russo.

BOTANIQUE. — *André Dauphiné* (prés. par M. Molliard). — **Nouvelles expériences sur le rapport vasculaire entre la feuille et la racine.**

On peut conclure des expériences relatées dans cette Note : 1° Que les vaisseaux d'origine primaire, dont la plus grande partie constitue les phases primitives de l'évolution vasculaire, peuvent se différencier dans une racine séparée dès l'embryon des parties feuillées de la plante ; 2° Que la différenciation des vaisseaux secondaires est sous la dépendance de ces parties feuillées.

— *B.-P.-G. Hochreutiner* (prés. par M. H. Lecomte). — **Un nouveau genre, intermédiaire entre les Malvacées, les Bombacées et les Sterculiacées.**

Les caractères de ce nouveau genre, que l'auteur nomme *Humbertiella*, montrent que c'est une forme intermédiaire entre trois familles différentes, Malvacées, Bombacées et Sterculiacées. Ce genre a des fleurs isolées, très petites (le calice et la corolle n'atteignent pas un centimètre), et les dix anthères sessiles forment un cercle parfait autour de l'orifice du tube qui a cinq petites dents tout à fait semblables à celles de la plupart des Malvacées. De plus, les quatre carpelles contiennent chacun un seul ovule.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur la production de fleurs doubles à la suite d'hybridations complexes entre espèces divergentes de Benoîtes (Rosacées).**

Il s'agit d'un hybride nouveau (*Geum urbanum* L. × *rivale* L.) × *G. montanum* L. que l'auteur dénomme *Geum polypetalum*. L'auteur insiste sur la stérilité relative de cet hybride complexe. *Geum montanum* est tout à fait fertile et supporte l'autofécondation ; la mère, *G. intermedium*, est tout à fait fertile pour ses carpelles et son pollen n'est avorté que dans la proportion du quart. Or, toutes les anthères de toutes les fleurs de l'hybride triple en question se sont desséchées avant d'avoir atteint le tiers du volume des anthères des parents.

La duplicature des fleurs est due à l'influence maternelle *Geum intermedium* ; aucune indication de duplicature n'est montrée par *Geum montanum* dont les plus grosses fleurs donnent six, sept pétales dans un plan.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *G. Mouriquand*, *M. Bernheim* et *Mlle Theobalt* (prés. par M. Widal). — **Sur le pouvoir antirachitique de la lumière de Wood.**

Parmi les rayons de l'ultraviolet ceux qui répondent aux radiations de Wood (c'est-à-dire aux radiations voisines de 3.650 angströms) possèdent une action protectrice sur le développement du rachitisme expérimental.

ZOOLOGIE. — *R. Legendre* (prés. par M. J.-L. Breton). — **Présence de deux oiseaux de mer dans l'estomac d'une Baudroie.**

La présence d'un jeune Macareux moine et d'un Guillemot à capuchon dans l'estomac d'une Baudroie, poisson de fond, semble indiquer que ces oiseaux peuvent plonger à une grande profondeur.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *R. Courrier* (prés. par M. Widal). — **Sur l'action quantitative de l'hormone folliculaire.**

Si l'on injecte à un Cobaye castré 2 cm³ de liquide prélevé au niveau de follicules mûrs de Truie, on constate que la réaction vaginale se poursuit encore 48 heures après l'injection ; elle est décelée par la présence de mitoses épithéliales et par l'absence de leucocytes.

Dans les limites des expériences la quantité d'hormone n'a pas eu d'influence sur la vitesse de la réaction. Cette réaction est représentée par un processus mitotique au niveau de l'épithélium vaginal. Il est intéressant de noter que certains agents augmentent la vitesse de la division cellulaire ;

Digitized by Google

l'hormone folliculaire déclanche la mitose, mais ne la précipite pas.

MATIÈRE MÉDICALE. — *Em. Perrot* et *Al. Rouhier* (prés. par M. L. Guignard). — **Le *Yocco*, nouvelle drogue simple à caféine.**

Il s'agit de l'écorce de tige d'une plante connue sous le nom de *Yocco* dans les districts méridionaux de la Colombie, en particulier dans les régions sauvages du Putumayo et du Caqueta. C'est une nouvelle drogue à caféine qui doit prendre place à côté du café, du thé, du maté, du guarana et de la kola, et ainsi se trouve justifié l'emploi comme excitant euphorique qu'en font les vieilles races indigènes d'une partie de la Colombie. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Pierre Weis, professeur à l'Université et Directeur de l'Institut de Physique de Strasbourg, a été élu Membre non résidant en remplacement de M. G. Gouy, décédé.

M. Pierre Weiss a fait preuve dans ses recherches d'une unité de vue remarquable et d'une persévérance rare : Presque tous ses travaux se rapportent au magnétisme. Par son hypothèse du champ moléculaire et sa découverte du magnéton, il a apporté dans cette branche de la science de la matière une contribution de premier ordre. L'étude de cristaux de grandes dimensions, ceux de la magnétite et de la pyrrhotine l'ont conduit à éclaircir le problème du ferromagnétisme en supposant qu'à l'effet du champ extérieur s'ajoute celui d'un champ résultant de l'action mutuelle des molécules, *le champ moléculaire;* cette hypothèse a permis d'établir une loi théorique de variation thermique de l'aimantation à saturation des ferromagnétiques et de découvrir la véritable nature de l'anomalie de leurs chaleurs spécifiques. La détermination des valeurs numériques des moments atomiques dont la connaissance est indispensable à l'édification de toute théorie du magnétisme, a amené la découverte du *magnéton :* un même atome peut, suivant les conditions physiques et chimiques, prendre des moments différents qui s'expriment presque tous par des nombres entiers de magnétons.

M. Pierre Weiss a dirigé, pendant douze ans, l'Institut Polytechnique de Zurich. Lors de la réorganisation par la France de l'Université de Strasbourg, il a été chargé de l'Institut de Physique. A Strasbourg, comme il l'avait été à Zurich, il est l'âme d'un centre de recherches magnétiques particulièrement fécond.

— M. N.-E. Norlund a été élu Membre Correspondant pour la section de Géométrie en remplacement de M. Cl. Guichard, décédé.

Académie de Médecine. — Le Président annonce le décès de M. Paul Oddo, professeur à l'École de Médecine de Marseille, Correspondant national, et celui de Sir W.-B. Leishman, Correspondant étranger.

Académie de Marine. — L'Amiral Darriens a été réélu secrétaire général pour une période de cinq ans.

— *Concours de* 1926-1927. — L'Académie a mis au concours les deux sujets suivants :

1° Le crédit maritime mutuel. Objets auxquels il doit s'appliquer. Rôle fécond que par une politique judicieuse de prêts les caisses locales et régionales peuvent jouer dans la transformation indispensable de notre pêche maritime côtière, en vue de son adaptation, par la généralisation de l'emploi des moteurs, aux nécessités économiques présentes. Modifications à apporter au régime actuel du crédit maritime mutuel, au point de vue législatif et budgétaire, pour répondre aux besoins constatés et faciliter le développement de l'industrie du petit armement et de la pêche maritime côtière ;

2° Le régime des prestations en nature que comporte l'exécution du plan Dawes peut-il être mis en application sans nuire à notre économie nationale et notamment comment et dans quelle mesure peut-il être admis pour les constructions navales et pour les transports maritimes?

Le premier concours a été doté de deux prix en espèces, l'un de 1.000 francs, l'autre de 500 francs.

Pour le deuxième concours le premier prix sera la grande médaille d'or de la Ligue Maritime et Coloniale française, le second, la grande médaille d'argent.

Les mémoires devront être adressés, avant le 1er mai 1927, à la Ligue Maritime et Coloniale française (Académie de Marine), 30, boulevard des Capucines, Paris. Les mémoires sont anonymes, chacun porte une devise ; il peut être accompagné d'une enveloppe reproduisant la devise et contenant le nom de l'auteur.

Institut Pasteur. — Albert Frouin qui, depuis vingt-six ans, dirigeait un des laboratoires de recherches du service de physiologie, vient de mourir. Depuis son entrée à l'Institut Pasteur, il poursuivait ses recherches sur la physiologie, la chimie biologique, la thérapeutique et la bactériologie. Ses nombreuses publications ont été, à plusieurs reprises, couronnées par l'Académie des Sciences. La diversité de ses connaissances d'ordre scientifique et médical et sa grande érudition lui ont permis d'aborder avec succès les sujets les plus variés : la physiologie de la disgestion, la biochimie des bactéries, le bacille tuberculeux, les milieux de culture synthétique, l'action antistaphylococcique des composés stanniques, les propriétés antiseptiques si particulières des sels de terres rares et notamment leur action antituberculeuse.

Albert Froin était un de ces savants modestes qui préfèrent aux honneurs la joie de savoir : la Science française perd en lui un des hommes qui, dans ces trente dernières années, ont le mieux travaillé pour elle.

Comité consultatif des forces hydrauliques. — M. Lambert-Ribot, administrateur délégué général de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, est nommé membre du Comité consultatif jusqu'au 31 décembre 1928, en remplacement de M. Robert Pinot, décédé (*J. O.*).

Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. — Un concours d'appareils destinés à la suppression des fumées industrielles est organisé. On entend par fumées industrielles des gaz émis dans l'atmosphère et chargés de matières solides ou liquides, susceptibles de se déposer sur les objets voisins des points d'émission. Ne sont pas compris dans cette catégorie, les gaz permanents nocifs ou odorants provenant de foyers et non susceptibles de fournir des dépôts.

Les concurrents devront déposer leur demande d'inscription à l'Office national des Recherches scientifiques avant le 1er octobre 1926, en indiquant le principe et les caractéristiques générales du type qu'ils désirent présenter. A cette demande devra être jointe une somme de 200 francs par appareil. La description détaillée des appareils présentés et tous renseignements utiles devront parvenir à l'Office avant le 1er janvier 1927. Exceptionnellement, les demandes d'inscription pourront être acceptées, en même temps que le dépôt du dossier descriptif, du 1er octobre 1926 au 1er janvier 1927 moyennant le versement d'un double droit d'inscription, soit 400 francs.

Le Règlement du Concours peut être demandé à l'Office

Digitized by Google

national, 1, avenue Maréchal-Galliéni, à Bellevue (Seine).

Direction des poudres. — Un concours pour une place d'élève-ingénieur des Poudres sera ouvert le 22 novembre 1926.

Les examens écrits et oraux seront passés à Paris.

Les candidats devront se faire inscrire avant le 15 septembre 1926.

Pour les conditions d'admission, s'adresser à l'Inspection générale des Poudres, 12, quai Henri-IV, Paris (IVe).

Pour le programme des connaissances exigées voir le *Journal officiel* du 21 avril 1918, page 3468, et le *Bulletin officiel du Ministère de la Guerre*, année 1918, 2e vol., page 1122.

Service des Poudres. — Un concours pour huit places d'agent chimiste militaire de 3e classe des Poudres sera ouvert le 29 novembre 1926.

L'examen écrit aura lieu dans les Poudreries les plus rapprochées de la résidence des candidats; l'examen oral sera passé à Paris.

Les candidats devront se faire inscrire avant le 30 octobre 1926.

Pour les conditions d'admission, s'adresser à l'Inspection générale des Poudres, 12, quai Henri-IV, Paris (IVe).

Pour le programme des connaissances exigées, voir le *Journal officiel* du 18 décembre 1920, page 20878, et le *Bulletin officiel du Ministère de la Guerre*, année 1920, page 4730.

Société d'Études locales et régionales de la région parisienne. — La réunion constitutive de cette nouvelle Société a eu lieu le 17 juin; M. Demangeon, Professeur à la Sorbonne, a été élu Président. Fondée par les syndicats d'Instituteurs de la Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Oise, Eure et Loiret, la Société a pour but principal de fournir aux instituteurs les éléments d'un enseignement concret de l'Histoire et de la Géographie.

Union des Sociétés Savantes du Sud-Ouest. — Le 9e Congrès de l'Union Historique et Archéologique du Sud-Ouest se tiendra, à Dax, du 26 au 29 juillet 1926, sous la présidence de M. A. Blanchet, Membre de l'Institut.

Les titres des communications et un court résumé doivent être adressés de suite à M. P. Burguburu, secrétaire du Congrès, 27, avenue Gambetta, à Dax (Landes).

Le programme du Congrès est envoyé sur demande adressée à M. Dufourcet, trésorier du Congrès, rue Chanzy, à Dax.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues :

Le 26 juin, doctorat ès-sciences physiques, M. Auger : « L'effet photo-électrique complexe. »

Le 5 juillet, doctorat ès-sciences (diplôme d'Université), M. Goroeg : « Recherche sur la fabrication du sulfure de carbone. »

Le 10 juillet, doctorat ès-sciences (diplômes d'Université), M. Goldenberg : « Quelques dérivés du butylbenzène. »

Faculté de Médecine. — Le 4 juillet, a eu lieu, dans le grand amphithéâtre, la cérémonie organisée pour honorer la mémoire du professeur Jonesco, de Bucarest, ancien interne et prosecteur à la Faculté de Médecine de Paris. Cette cérémonie a été présidée par le Ministre de Roumanie à Paris et le Doyen de la Faculté de Médecine. Le professeur Jean-Louis Faure a prononcé l'éloge du professeur Jonesco.

École nationale supérieure des Mines. — MM. Th. Laurent, directeur général de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, et Lambert-Ribot, délégué général de l'Union des industries métallurgiques et minières, ont été nommés membres du Conseil jusqu'au 1er novembre 1927 en remplacement de MM. L. Lévy et R. Pinot, décédés.

École nationale des Ponts et Chaussées. — M. Divisia, ingénieur de 1re classe des Ponts et Chaussées, professeur suppléant, est nommé professeur titulaire du cours d'Économie politique générale et Économie sociale, en remplacement de M. Marlio, démissionnaire.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Il est créé un enseignement temporaire d'actualités scientifiques et industrielles. Cet enseignement sera assuré par une ou plusieurs personnalités assistées, s'il y a lieu, de spécialistes, et désignées par arrêté ministériel, sur la proposition du Conseil d'administration et du Conseil de perfectionnement.

École supérieure du Génie rural. — Un concours pour l'admission comme élève libre s'ouvrira le 20 septembre 1926. Le nombre des places mises au concours est fixé à cinq. Le registre d'inscription sera clos le 10 septembre. Il est délivré aux jeunes gens qui ont satisfait aux épreuves de sortie, le diplôme d'ingénieur civil du Génie rural.

Pour tous renseignements relatifs aux conditions d'admission, le programme du concours et celui de l'enseignement donné à l'École, les candidats devront s'adresser au Secrétariat de cette École, 19, avenue du Maine, Paris (XVe).

Enseignement agricole. — Un concours sur épreuves sera ouvert les vendredi 16 et samedi 17 juillet 1926, à 9 heures du matin, à l'Institut national agronomique, en vue de constater les aptitudes pédagogiques des candidats à la section d'application d'enseignement agricole.

Le programme de ce concours et les conditions d'inscription seront envoyés sur demande adressée au Ministère de l'Agriculture (direction de l'agriculture, 1er bureau).

Université de Grenoble. — Un concours s'ouvrira le 2 février devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Universtité de Lyon pour l'emploi de professeur suppléant des chaires de pathologie et de cliniques médicales à l'École préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Grenoble.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours (*J. O.*).

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La lumière et les radiations invisibles, par A. Boutaric, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. In-18 de 284 pages avec 55 figures (*Bibliothèque de Philosophie scientifique*). E. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Cet ouvrage de haute vulgarisation sur la lumière et les radiations invisibles ne peut manquer de remporter le même succès que la *Vie des atomes* du même auteur. Ces deux volumes forment d'ailleurs un ensemble dont la lecture s'impose à quiconque veut se mettre au courant des faits et des hypothèses qui, actuellement, dominent la physique et la chimie, aident au progrès des sciences biologiques et jalonnent, dans ces divers domaines, les voies nouvelles qui s'ouvrent aux expérimentateurs.

Les lecteurs du nouveau livre de M. Boutaric y retrouveront toutes les qualités qui ont valu à la *Vie des Atomes* un accueil si favorable, aussi bien dans les milieux scientifiques que dans le grand public cultivé. Cette étude de la lumière et des radiations était la suite tout

Digitized by Google

indiquée de la *Vie des atomes;* tout en restant à la portée des non-spécialistes, l'auteur y a résumé les notions qu'il est utile de posséder sur les théories de la lumière : théorie ondulatoire de Fresnel, théorie électromagnétique de Maxwell, théorie électronique de Lorentz et théorie des quanta; sur les radiations et leurs propriétés générales, sur les sources lumineuses, l'analyse de la lumière, le mécanisme de l'émission lumineuse, les actions photochimiques et la photoélectricité; sur la pression, l'inertie et la vitesse de la lumière; sur le bleu du ciel et des mers et, enfin, sur l'éther, ce milieu hypothétique qui a permis d'interpréter tant de faits et d'édifier tant de théories. Un appendice de quelques pages renferme l'explication et la discussion de l'expérience de Michelson-Morley et de celle de Fizeau, ainsi que quelques indications sur l'aberration des étoiles.

M. Boutaric a traité tous ces sujets avec la maîtrise à laquelle nous ont habitués ses articles de la *Revue Scientifique*, avec ce talent si personnel qui lui permet d'exposer simplement et clairement les questions les plus élevées et les plus difficiles.

Dans ce nouvel ouvrage, dont il a écarté les mathématiques supérieures et les détails trop techniques, il ne s'est pas borné à résumer les faits classiques aussi bien que les théories les plus modernes, il s'est appliqué à en dégager la philosophie et à nous rendre sensibles, à la fois, toute la puissance de la science, quand il s'agit de « découvrir les liens cachés qui existent entre les choses », et toute sa faiblesse, quand elle essaie d'expliquer les origines de la matière et de la vie. Ce n'est d'ailleurs pas un des moindres charmes de ce livre, d'une lecture si captivante, que de constater à chaque page, tant l'auteur y a mis de lui-même, quel vivant exemple il est de ces hommes de laboratoire, de ces chercheurs qui aiment la science « pour sa beauté, pour les possibilités nouvelles qu'elle ouvre à l'humanité », mais qui connaissent aussi ses limites et n'ignorent pas que « l'absolu leur échappe ».

A. Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

Éléments d'astrophysique, par Albert Nodon. In-8° de 244 pages avec 42 fig. A. Blanchard éditeur, Paris. — Prix : broché 20 francs.

On sait toute la richesse de renseignements que l'astronomie doit à la physique. A côté de l'astronomie de position, seule étudiée autrefois, où l'on vérifiait les prévisions de la mécanique céleste, s'est constituée une science plus riche et plus féconde, l'astrophysique, dont le domaine s'accroît tous les jours. Elle comprend l'ensemble des faits et des théories par lesquels nous essayons de pénétrer la constitution et la structure des astres, de connaître leur température, de suivre leurs mouvements et d'imaginer leur évolution. Elle s'appuie constamment sur les données les plus récentes de la physique. Aussi est-elle en perpétuelle transformation.

M. Nodon, sous une forme simple, destinée au grand public, résume les principes et les conquêtes les plus modernes de l'astrophysique. On trouvera exposées dans son livre les conceptions actuelles sur la structure de la matière et la nature de l'énergie, la constitution des spectres, la pression de radiation, l'origine de la chaleur stellaire, la classification des étoiles, le nombre des étoiles, la mesure des grandeurs stellaires, la gravitation, etc. L'auteur a divisé son étude en deux parties. Dans la première il a résumé, d'une façon très générale, l'ensemble des faits et des théories, dans l'autre, il a précisé, pour les lecteurs ayant une certaine culture scientifique, quelques points qu'il n'avait fait qu'effleurer dans la première partie. A. Bc.

La détermination colorimétrique de la concentration des ions hydrogène, par I.-M. Kolthoff, Conservateur au Laboratoire Pharmaceutique à l'Université d'Utrecht, *Traduction française*, par Ed. Vellinger, d'après la *Troisième édition* allemande. In-8° de 250 pages avec figures. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Paris.

C'est une très heureuse idée qu'a eue M. Vellinger de mettre à la portée des lecteurs français un ouvrage très estimé dans les pays de langue allemande. Ce livre est, en quelque sorte, un manuel théorique et pratique de la détermination du pH par les indicateurs. Il rendra certainement de grands services à tous les expérimentateurs qui, pour une raison quelconque, s'occupent de la mesure de la concentration en ions hydrogène ou étudient les questions qui s'y rapportent. C'est d'ailleurs avec intention que j'écris tous les expérimentateurs, car il n'y a pas lieu d'opposer comme on le fait trop souvent la méthode colorimétrique à la méthode électrométrique; l'une et l'autre ont leurs avantages et leurs inconvénients.

S'il est incontestable que, pour les travaux très précis ou bien quand on opère sur des milieux troubles ou très colorés, ou encore lorsqu'il s'agit de travailler pendant des mois entiers dans des conditions de réaction constantes, on ne puisse employer que la méthode électrométrique, il n'en est pas moins vrai que les indicateurs colorés sont très précieux dans bien des cas. Pour ma part je m'en sers conjointement et j'examine presque toujours avec un indicateur polyvalent les liquides sur lesquels je vais effectuer une mesure potentiométrique. Le présent volume m'intéresse donc autant qu'un livre sur les méthodes électrométriques, et je pense que beaucoup de chercheurs sont dans mon cas.

M. Kolthoff, qui est l'auteur de recherches fort intéressantes sur plusieurs des sujets qu'il traite dans son ouvrage, examine successivement dans celui-ci : le dosage volumétrique des acides et des bases, le virage des indicateurs, l'emploi de ces derniers pour la neutralisation et pour la mesure colorimétrique du pH, les très nombreuses applications de cette détermination, les papiers réactifs et la théorie des indicateurs. M. Vellinger y a très judicieusement ajouté deux notes sur la mesure spectrophotométrique du pH. et sur la mesure du pH cellulaire intérieur. Enfin, l'ouvrage fort riche en indications bibliographiques se termine par des tableaux donnant les principales constantes de dissociation et la limite de virage des indicateurs. Il s'agit donc, comme on le voit, d'un livre par lui-même très complet et très homogène, mais où sont développées des questions qui sont parfois traitées un peu sommairement dans les ouvrages français pour lesquels il constituera un complément des plus utiles. A. B.

The effect of ions in colloïdal systems, par L. Michaelis, Professeur à l'Aichi Medical University de Nagoya (Japon). In-16 relié de 108 pages. Williams and Wilkins Company Baltimore U. S. A. Prix : 2 dollars 50.

Ce petit ouvrage est constitué par le développement de divers sujets que l'auteur a traités dans quelques conférences données aux États-Unis en 1924. On y trouvera, notamment, des faits et des idées nouveaux sur l'adsorption, les phénomènes électriques produits par l'ad-

Digitized by Google

sorption des ions, les propriétés du noir animal, les relations qui existent entre les phénomènes de décharge électrique, l'adsorption et la floculation, les effets lyotropiques des ions et sur l'action des mélanges d'électrolytes dans les systèmes colloïdaux. Il s'agit, comme on le voit, de questions d'actualité, dont l'intérêt théorique et l'importance pratique sont remarquablement bien mis en évidence par l'auteur. A. BERTHELOT.

Gesammelte Abhandlungen, de F. KEHRMANN, Professeur à l'Université de Lausanne. Tomes I, II et III 3 volumes in-8° de 203, 439 et 495 pages. Georg Thieme, Éditeur, Leipzig. Prix : 4,20 — 16 et 27 marcks-or.

Ces trois volumes sont formés de plus de cent quatre-vingt mémoires publiés depuis 1887 jusqu'en 1925 par le Professeur Kehrmann, seul ou en collaboration.

Le tome I renferme dans sa première partie les travaux que cet éminent chimiste a réalisés, alors qu'il appartenait encore à l'Université de Genève, sur les acides minéraux complexes (ac, phospho., arséno., silico tungstiques ou molybdéniques); la seconde est réservée à ses mémoires sur certaines particularités des dérivés substitués des quinones considérées au point de vue stéréochimique. Le Tome II est formé par l'ensemble de ses recherches sur les quinones, les azines et les dérivés de celles-ci. Le Tome III contient les travaux relatifs aux dérivés des oxazols et des thiazols, enfin ceux, plus récents, qui concernent certaines matières colorantes dérivées de l'acridine ou des quinonimides (carbazines).

Ces trois volumes seront certainement accueillis avec plaisir par les chimistes auxquels il sera précieux d'avoir sous la main un ensemble des travaux du Prof. Kehrmann. Ceux-ci sont d'ailleurs aussi importants au point de vue théorique qu'ils sont intéressants au point de vue pratique, en raison même de la nature des composés sur lesquels ils portent. A. BERTHELOT.

Chimpanzee intelligence and its vocal expressions, par R. M. YERKES et Blanche W. LEARNED. In-16 relié de 157 pages avec 2 planches et 303 exemples musicaux. Williams and Wilkins Company Baltimore, U. S. A. Prix : 3 dollars 50.

La première partie de ce volume est consacrée aux observations que M. Yerkes a pu faire en 1923-1924 sur un couple de jeunes chimpanzés élevés dans une ferme du New-Hampsire; la seconde est formée par une étude, rédigée par Miss Blanche W. Learned, sur leur voix et ce qu'on peut appeler leur langage. Une liste d'indications bibliographiques sur des sujets analogues complètent cet ouvrage qui intéressera vivement tous ceux qui s'occupent de l'instinct des animaux et élèvent ou observent de grands singes destinés à l'expérimentation médicale. A. B.

Der Gelbrand Dytiscus marginalis L., par E. KORSCHELT, Professeur à l'Université de Marbourg, avec la collaboration de ses assistants à l'Institut de Zoologie de Marbourg. Deux in-8° de 864-964 pages avec 471-405 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 40 marks-or.

En raison de sa taille, de ses mœurs ainsi que des particularités anatomiques ou physiologiques qu'il présente, il n'est pas étonnant que le Dytique bordé, cet insecte carnassier qui est le plus grand des Dytisciens de nos étangs, ait été l'objet d'une étude approfondie, mais je crois qu'il serait bien difficile d'en donner une monographie plus complète que celle qui lui a été consacrée par le Professeur E. Korschelt aidé de dix-neuf de ses collaborateurs et élèves.

Dans les deux gros volumes qu'ils ont rédigés il n'y a pas un point de l'anatomie, de la physiologie, de l'embryologie et de la biologie du Dytique qui n'ait été complètement étudié, aussi n'est-il guère besoin d'insister sur les services qu'un tel ouvrage rendra à tous les zoologistes et sur l'intérêt particulier qu'il présente pour les jeunes entomologistes désireux d'aborder les recherches analogues à celles des spécialistes de l'Institut zoologique de Marbourg.

Les vingt-cinq premiers chapitres renferment surtout les données anatomiques, histologiques, physiologiques et embryologiques, tandis que les cinq derniers sont consacrés notamment à la biologie du Dytique, à ses maladies, à ses parasites, à son rôle nuisible, à sa destruction et à sa place dans la systématique. Une grande abondance d'indications bibliographiques ajoute encore à l'importance de cette monographie que les zoologistes ne seront pas seuls à consulter avec profit, car elle sera également très précieuse à tous les biologistes qui utilisent le Dytique comme animal d'expérience. A. B.

Le mouvement scientifique contemporain en France. Les sciences physico-chimiques et mathématiques, par G. MATISSE. In-16 (*Collection Payot*) de 318 pages avec 31 figures. Payot, éditeur. Paris, 1925. — Prix : 10 francs.

Il aurait fallu à l'auteur d'un livre destiné à exposer au grand public le mouvement scientifique contemporain en France, une érudition sûre et précise, un esprit philosophique susceptible d'embrasser un vaste sujet et un réel talent d'exposition. Il semble bien que M. Matisse ne se soit pas suffisamment préparé à la lourde tâche qu'il a assumée. C'est du moins ce que nous a paru révéler la lecture de la partie de son ouvrage consacrée aux sciences physiques et mathématiques, la seule dont nous ayons à rendre compte à nos lecteurs.

Le plan adopté nous paraît, tout d'abord, fort mal conçu pour exposer les grandes lignes d'un mouvement scientifique. A chaque branche de la science, à chaque théorie, ont collaboré souvent un grand nombre de savants. D'autre part, les travaux d'un même savant portent parfois sur des sujets variés. Il eût donc fallu, en ce qui concerne par exemple l'atomistique, indiquer les grandes étapes de son évolution dans la science contemporaine et mentionner la part importante qui, dans cette évolution, revient aux savants français; il n'eût point alors été possible de passer sous silence les recherches de Gouy sur le mouvement brownien qui précédèrent celles de J. Perrin. En procédant ainsi pour chaque branche des sciences physiques et mathématiques, on eût été certain de ne rien omettre d'essentiel et de dégager nettement le rôle joué par les savants français dans le développement de la pensée scientifique contemporaine.

M. Matisse divise bien son livre en un certain nombre de parties : la chimie physique et l'énergétique, la chimie pure, la physique expérimentale, la physique théorique, la physique mathématique, la mécanique rationnelle, la mécanique céleste; mais dans chacun de ces groupes il se contente de donner la biographie et l'exposé des travaux d'un très petit nombre de savants français. Comme souvent les recherches de ces savants ont porté sur des branches diverses de la science, il lui a fallu soit omettre une partie de cette œuvre, soit en exposer certaines parties dans un chapitre qui, normalement, n'eût pas dû les comprendre : c'est ainsi par exemple que, dans le chapitre intitulé photochimie, M. Matisse ne

Digitized by Google

mentionne pas les théories photochimiques de M. J. Perrin, dont l'œuvre est étudiée dans un autre chapitre, tandis que dans le chapitre consacré à M. Boussinesq, compté d'ailleurs à juste titre comme un représentant autorisé de la physique mathématique, il consacre une quinzaine de pages à résumer les conceptions philosophiques de ce savant qui n'ont pas grand chose à voir avec la physique mathématique.

Et quel singulier sens critique dans le choix des savants dont l'œuvre méritait d'être étudiée! Que penser d'un livre où le nom de Marcellin Berthelot n'est mentionné ni à propos de la chimie-physique, ni à propos de la chimie pure? Nous dira-t-on qu'il est mort depuis 20 ans? Mais P. Curie est mort un an avant lui, G. Robin et Cauchy à des dates bien antérieures. Parmi les contemporains, est-il admissible que, dans le chapitre consacré à la photochimie, l'auteur analyse longuement une thèse de Marcel Boll, alors qu'il passe sous silence la théorie photochimique de J. Perrin, les recherches sur l'ultra-violet de Ch. Fabry et de Buisson ainsi que celles de Daniel Berthelot et Gaudechon, qu'en ce qui concerne la chimie pure, il ne mentionne même pas les travaux si importants de nombreux savants français sur la chimie organique, notamment ceux de Ch. Moureu, Grignard, Haller, Bourquelot, Desgrez, Délépine, etc? Les recherches de Sabatier et ses collaborateurs sur la catalyse n'ont-elles pas paru assez importantes à M. Matisse pour qu'il les cite? Fallait-il passer sous silence les recherches de Ch. Moureu et ses collaborateurs sur les gaz des sources thermales et des mines et sur les curieuses propriétés antioxygènes, celles de Job sur l'oxydation, etc? Parmi les représentants de la physique expérimentale, n'y avait-il vraiment à citer que Lippmann et P. Curie? Les œuvres de Gouy, Ch. Fabry, Cotton, Maurice de Broglie, Abraham, Bouty, Mathias, Bouasse, ne méritaient-elles pas une mention?

Sur quelques points on pourrait peut-être critiquer également la documentation de M. Matisse. N'est-il point surprenant de le voir parler de Lippmann comme s'il était vivant, dans un livre daté de 1925, alors que la mort de ce savant remonte à 1921?

Certaines des idées soutenues par M. Matisse semblent fort discutables. On lit, par exemple, page 76 : « Le savant n'a pas à s'occuper de l'application de ses découvertes au développement de l'industrie et du commerce. Une basse tendance utilitariste veut, de nos jours, dégrader le grand art de la recherche scientifique, en l'amalgamant avec des préoccupations économiques. » Il n'est pas tellement sûr que les préoccupations économiques soient défavorables aux progrès de la science pure. Dans un livre récent, M. H. Le Châtelier a montré avec raison que la plupart des recherches mémorables de Lavoisier, de Sadi Carnot, de Lord Kelvin, sont nées précisément de préoccupations industrielles.

Enfin signalons, pour terminer cette analyse, que l'exposé de M. Matisse nous a paru souvent beaucoup trop technique pour le grand public auquel il s'adresse et qu'il ne saurait, en beaucoup d'endroits, être compris que des spécialistes. Ceux-ci y puiseront cependant un certain nombre de renseignements intéressants sur les travaux des savants dont l'œuvre est analysée.

A. Bc.

Les Saracatsans. Une tribu nomade grecque. I. Étude linguistique précédée d'une notice ethnographique, par Carsten Hœg, ancien Membre étranger de l'École Française d'Athènes. In-8° de 311 pages avec 35 figures. Champion, éditeur, Paris.

L'étude faite par M. Carsten Höeg sur les Saracatsans offre un intérêt considérable non seulement parce que ceux-ci représentent un des derniers lambeaux de ces vieilles populations chez lesquelles notre civilisation moderne commence seulement à s'infiltrer et chez lesquelles nous pouvons observer des mœurs ancestrales qui nous font entrevoir ce que devait être la vie des peuples protohistoriques.

Enfin M. Carsten Hoëg a le mérite de nous présenter une œuvre vraiment originale, car il a vécu chez les Saracatsans, et c'est sur place qu'il a étudié leur vie matérielle et leur vie morale, ce qui donne une incontestable valeur à ses descriptions.

L'origine des Saracatsans, leur extension et leur nom même ont été l'objet de la part de l'auteur, de recherches approfondies qui font de son ouvrage une monographie qui, dans sa concision, nous renseigne d'une façon complète sur le peuple dont, pendant plusieurs mois, il a partagé l'existence.

« Le principal résultat ethnographique de cette étude est donc, dit-il dans ses conclusions, la constatation du fait qu'il existe en Grèce des nomades de race grecque, parlant le grec et qui vraisemblablement vivent en nomades depuis l'antiquité. »

Cette constatation vient infirmer l'assertion de M. J. Cvijic qui a dit que les véritables nomades n'étaient représentés dans les Balkans que par un groupe d'Aromounes.

Les ethnographes regretteront avec M. Carsten Hoëg que la civilisation européenne tende à détruire ce foyer de mœurs millénaires, un des derniers qui subsiste en Europe.

Mais le but principal de l'ouvrage est l'étude du dialecte des Saracatsans d'Epire. En supplément, l'auteur a joint celle des dialectes des Saracatsans de Thessalie et de Macédoine.. Du travail considérable de linguistique auquel il s'est livré, il pense pouvoir conclure que le dialecte saracatsanéen s'approche, sur maints points, du patois des districts de Tsoumerka et de ceux de l'Etolie-Arcanie avec lesquels il accuse une affinité assez nette dans ses tendances et dans ses détails.

L. Franchet.

Analyse de l'esprit, par Bertrand Russell, traduit de l'anglais par M. Lefebvre. In-8° de 309 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Ce n'est pas un traité de Psychologie, mais une introduction à la Psychologie. On était curieux de savoir ce que l'auteur, éminent spécialiste des questions de logique et de philosophie des mathématiques, pense des principaux problèmes agités par une science qui lui semblait étrangère. A vrai dire on a été déçu de constater qu'il n'a guère dépassé les positions de l'empirisme anglais traditionnel et du néo-réalisme américain. Impressionné par les tendances matérialistes des psychologues behavioristes et les conclusions idéalistes des physiciens relativistes (surtout Eddington), il a entrepris de les concilier en spiritualisant la matière et en matérialisant l'esprit, ce qui l'amène à réduire au minimum possible le rôle de la conscience et de la volonté et à recomposer tous les phénomènes mentaux à l'aide des seules sensations et images. — Cet essai de fusion est-il exempt de toute confusion? Cette analyse ne manifeste-t-elle pas un certain abus de l'esprit analytique? En tout cas elle contient nombre de mises au point intéressantes et de suggestions à retenir. R. Troude.

Le langage et la vie, par Charles Bally, professeur à l'Université de Genève. In-8° de 236 pages de la

Digitized by Google

(*Bibliothèque Scientifique*). Payot, éditeur, Paris. Prix : 20 francs.

L'éminent linguiste a rassemblé ici, en les corrigeant et complétant, cinq études parues dans diverses revues pendant ces dernières années. Elles sont d'ailleurs d'une parfaite unité de vues et convergent toutes vers la démonstration d'une même thèse : le langage naturel est avant tout l'expression de la vie individuelle et sociale; les éléments affectifs et pragmatiques y dominent les éléments intellectuels, réduits au rôle de moyens. L'étude, plus statique qu'historique, des rapports entre le langage et la pensée (la « stylistique ») est destinée à rénover la linguistique, et même la pédagogie.

Au service de ces idées l'auteur met les plus belles qualités d'érudition, de clarté et d'entrain, Littérateurs et psychologues tireront grand profit de la lecture de ce substantiel ouvrage. Ils goûteront spécialement les vigoureuses pages où M. Bally réduit à néant l'hypothèse, trop souvent professée encore, d'une prétendue évolution progressive des langues, et celles où il insiste sur le rôle des acquisitions volontaires dans cette évolution. R. T.

Les fondements biologiques de la psychologie, par Jean Lhermitte, professeur agrégé de psychiatrie à la Faculté de Médecine de Paris. In-16 carré de 241 pages, (collection Science et Civilisation). Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 14 fr.

La psychologie qui traite des faits spirituels, sans s'occuper du principe de ces faits, est dite expérimentale. Mais, pour justifier ce titre, il ne lui suffit pas d'être descriptive et réflexive, introspective et génétique; il faut encore et surtout qu'elle soit scientifique. Et, comme nous l'indiquions en analysant ici, dans le n° du 26 décembre dernier, le livre de M. Tassy sur l'*Activité psychique*, elle ne sera vraiment expérimentale, c'est-à-dire scientifique que si elle s'appuie sur la physiologie, autrement dit, sur la connaissance approfondie de l'organisme vivant, de ses appareils et de ses fonctions, si elle s'applique à être une psycho-physique, une psycho-physiologie, ou, d'un terme qui supprime toute ambiguïté, une biopsychologie.

Il y a déjà quelques années le Dr Grasset avait écrit un excellent livre, peut-être aujourd'hui trop oublié, sous ce titre : « *Introduction physiologique à la psychologie* ». Dans l'imposant et récent *Traité de psychologie* publié par M. Georges Dumas et ses collaborateurs, une place considérable, puisqu'elle s'étend de la page 1 à 318 du tome Ier, est réservée à l'examen des systèmes nerveux, de l'encéphale, des corps glandulaires, des organes périphériques, examen repris en détail et avec toute compétence à propos de l'émotivité affective, du rire, du travail sensoriel de la perception, etc. En composant ces chapitres, au courant des dernières conclusions des sciences physico-biologiques, les auteurs spécialistes ont donné satisfaction à la mémoire de leur maître, Th. Ribot. Celui-ci, en effet, s'était catégoriquement prononcé sur ce point, avec toute son autorité, dans la sobre et remarquable préface, rédigée par lui, avant sa mort, à l'intention du grand ouvrage déjà projeté, et même commencé, par cette société de psychologues.

A son tour M. Lhermitte apporte aujourd'hui un solide appoint à ces savants essais avec son suggestif travail sur les *fondements biologiques de la psychologie*. Son livre, malgré ses divisions nombreuses et méthodiques, ses subdivisions multipliées avec ordre, peut se ramener à deux groupes de développements principaux, après un rapide rappel des représentants de la physiologie dans l'antiquité et les temps modernes, et un historique succinct de l'œuvre de Gall et de Spurzheim. Une première partie comprendrait l'histologie et la morphologie du système nerveux (cellules, fibres, dendrites, neurones, névroglie, chronaxie), — la phylogénie évolutive de ses divers appareils et organites, — puis ses transformations ontogeniques chez l'homme, avec une étude minutieuse du cerveau de l'homme adulte. Les thèses de cette série seront goûtées et même consultées par les médecins, les chirurgiens et les professeurs. Il va sans dire que les psychologues y trouveront une précieuse et indispensable initiation avant d'aborder la suite du volume, qui soulève des questions toujours en discussion. Car dans cette deuxième partie rentreraient la psychologie des états affectifs d'origine et de nature organique, le rôle du cerveau dans le développement de la pensée concurremment avec l'expression verbale, sa mission comme régulateur et équilibrateur des fonctions mentales, son jeu dans le sommeil et le rêve. Dans cette section rentreraient également les traitements psychiatriques relatifs aux aphasies et aux amnésies, à l'aphémie et l'agraphie, maladies psychiques liées aux agnosies et aux apraxies, et, enfin, une explication des compénétrations de la vie organo-végétative et de la vie pensante.

Grâce à la netteté du plan et à l'aisance du style, à la clarté de l'exposition et à la précision des connaissances, cet opuscule condensé et nourri est d'une lecture facile. Facile? Entendons-nous; pour les lecteurs déjà préparés par une culture à la fois générale et spéciale.

Loustau-Chartez.

Le rêve et la Psychanalyse, par le Dr R. Laforgue, avec la collaboration des Drs Allendy, Ed. Pichon et R. de Saussure. Introduction du Dr Hesnard, Professeur à l'École de Médecine Navale de Bordeaux. In-16 de XLIV-248 pages. Norbert Maloine, éditeur, Paris.

Voici une preuve sérieuse des progrès réalisés par le freudisme dans le corps médical français. Faut-il s'en réjouir ou s'en attrister? En tous cas il convient d'étudier d'abord avec soin les documents et les arguments qui nous sont présentés ici avec autant de clarté que de sobriété.

Les Drs Allendy et de Saussure, après un intéressant et assez complet historique des théories du rêve depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, font un exposé succinct de la doctrine et des méthodes psychanalytiques, enrichi de nombreuses observations personnelles.

Les Drs Pichon et Laforgue se sont réservé la partie clinique; ils étudient surtout les rapports du rêve avec les névroses, spécialement la schizonoia, en s'appuyant sur une conception originale de l'évolution affective chez l'enfant : il irait de l'autisme à l'oblativité, d'où l'importance considérable qu'il faudrait attribuer au sevrage et aux complexes parentaux.

En somme on retrouve ici tout le freudisme, repensé à la française comme le souhaite le Dr Hesnard dans sa préface, mais non pas encore, croyons-nous, suffisamment expurgé et rationalisé. R. Troude.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 14 — 64e ANNÉE — 24 JUILLET 1926

LA CIRCULATION DE L'INFLUX NERVEUX

1. LA CHRONAXIE SENSITIVE. — 2. L'ISOCHRONISME INTER-NEURONAL. — 3. LA LOI DE L'HYPERBOLE APPLIQUÉE AUX RÉFLEXES CUTANÉS. — 4. LA LOI DE WEBER DANS LA PHYSIOLOGIE DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Il est incontestable que nos connaissances en physiologie élémentaire nerveuse sont assez restreintes. Les progrès dans ce domaine sont laborieux et les découvertes, concernant le fonctionnement neuronal — corps avec prolongements dendritiques et cylindaxiles — n'ont pas eu l'éclat des grandes découvertes, faites dans l'anatomie et la physiologie normale et pathologique des centres nerveux. En revanche, il est juste de constater qu'aucune branche des sciences biologiques n'est arrivée à la rigueur et à l'exactitude mathématiques, données par la découverte des lois de l'Électrophysiologie.

Environ un demi-siècle de recherches, poursuivies sur l'excitabilité des nerfs, ont abouti à démontrer la fausseté de la loi établie par Dubois-Reymond (1848), le père de l'Électrophysiologie. Grâce aux travaux de Hoorweg, Weiss, M. et Mme Lapique et G. Bourguignon, nous connaissons aujourd'hui la loi réelle de l'excitabilité. En effet, l'erreur de Dubois-Reymond consistait à admettre que le phénomène d'excitation par le courant électrique, soit produit par la variation de l'intensité dans l'unité de temps, la durée du courant n'ayant aucune importance.

Les recherches ultérieures, faites dans des conditions plus favorables, ont démontré que c'est justement la durée de passage du courant, qui constitue l'élément caractéristique pour le phénomène d'excitation, que la constante du temps (*chronaxie*) est la vraie mesure de l'excitabilité. La détermination de la chronaxie d'un tissu (nerf, muscle, etc.) nous renseigne sur les propriétés fondamentales de celui-ci. En ce qui concerne l'influx nerveux, la détermination de la chronaxie d'un nerf, caractérise en même temps la vitesse de propagation de l'influx dans ce nerf, la fréquence des ondes de négativité et la durée de chaque onde. La chronaxie, c'est-à-dire la vitesse d'excitation, varie d'un nerf à l'autre, la petite chronaxie indiquant une propagation rapide de l'influx, une grande fréquence des ondes et une courte durée pour chaque onde, tandis que la grande chronaxie dénote des valeurs inverses.

G. Bourguignon a appliqué la mesure de la chronaxie chez l'homme, déterminant les lois de distribution de la chronaxie dans les appareils neuro-musculaires, à l'état normal et pathologique. Les recherches à l'aide d'un appareillage original, faites au laboratoire de la Salpétrière, sont en train de remplacer l'ancienne méthode d'électrodiagnostic par la détermination de la chronaxie, mesure réelle de l'excitabilité neuro-musculaire.

Après avoir établi la loi de l'isochronisme, c'est-à-dire de l'égalité chronaxique des trois éléments de l'appareil neuro-musculaire : nerf, point moteur et muscle, Lapique a essayé de donner une théorie générale du fonctionnement nerveux. Il régnerait entre les neurones une loi similaire d'isochronisme, c'est-à-dire que l'influx nerveux arrivé à l'extré-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

**

Digitized by Google

mité du cylindraxe qui se trouve en rapport de contiguïté avec les prolongements d'un autre neurone, agit sur celui-ci d'après les mêmes lois d'excitation qui gouvernent l'excitation à la périphérie par l'électrode actif. Dans le labyrinthe des fibres du névraxe, c'est l'affinité chronaxique (l'isochronisme) qui conduit l'influx dans des voies prédestinées et qui s'oppose au déraillement. Au niveau des synapses interneuronales, les ondes de l'influx nerveux se trouvent à un carrefour, formé par les différents neurones voisins. Parmi ceux-ci il y a des neurones avec la même chronaxie que le neurone qu'elles quittent, et il y en a d'autres ayant une chronaxie de valeur inférieure ou supérieure. Comme en acoustique pour les ondes sonores, l'influx ne déterminera de résonance que dans le premier neurone isochrone et c'est aussi dans celui-ci qu'il se fraye la route pour arriver aux centres. *La chronaxie détermine donc l'aiguillage dans le réseau inextricable du névraxe.*

***

II. La conception magistrale de M. Lapique, énoncée en 1910, avait comme base réelle sa grande découverte de la variation chronaxique des différents neurones moteurs et postulait l'hypothèse d'après laquelle les neurones de toute espèce posséderaient comme les neurones moteurs des chronaxies diverses.

Il restait donc à déterminer en première ligne la chronaxie du neurone sensitif, c'est-à-dire de la voie centripète de l'influx et ensuite, pour les neurones d'association intra-névraxiaux, de voir jusqu'à quel point leur variation chronaxique pourrait être démontrée.

En 1921, en collaboration avec G. Bourguignon (1) nous avons entrepris la détermination de la chronaxie sensitive. Nous avons réalisé tout d'abord la méthode de détermination de la chronaxie de troncs nerveux sensitifs et en même temps nous avons démontré l'isochronisme sensitivo-moteur. En effet, les recherches antérieures de G. Bourguignon avaient relevé une distribution de la chronaxie neuro-musculaire, en rapport avec la synergie fonctionnelle : les muscles qui se contractent synergiquement ont la même chronaxie. « La topographie de la chronaxie n'est ni périphérique, ni radiculaire : un même nerf ou une même racine, contient des fibres à chronaxie différente, une même chronaxie appartenant à plusieurs nerfs. »

Nous avons retrouvé ces mêmes lois de distribution pour la chronaxie sensitive. En expérimentant sur nous-mêmes en première ligne, nous avons déterminé sur le membre supérieur quatre régions à chronaxie différente :

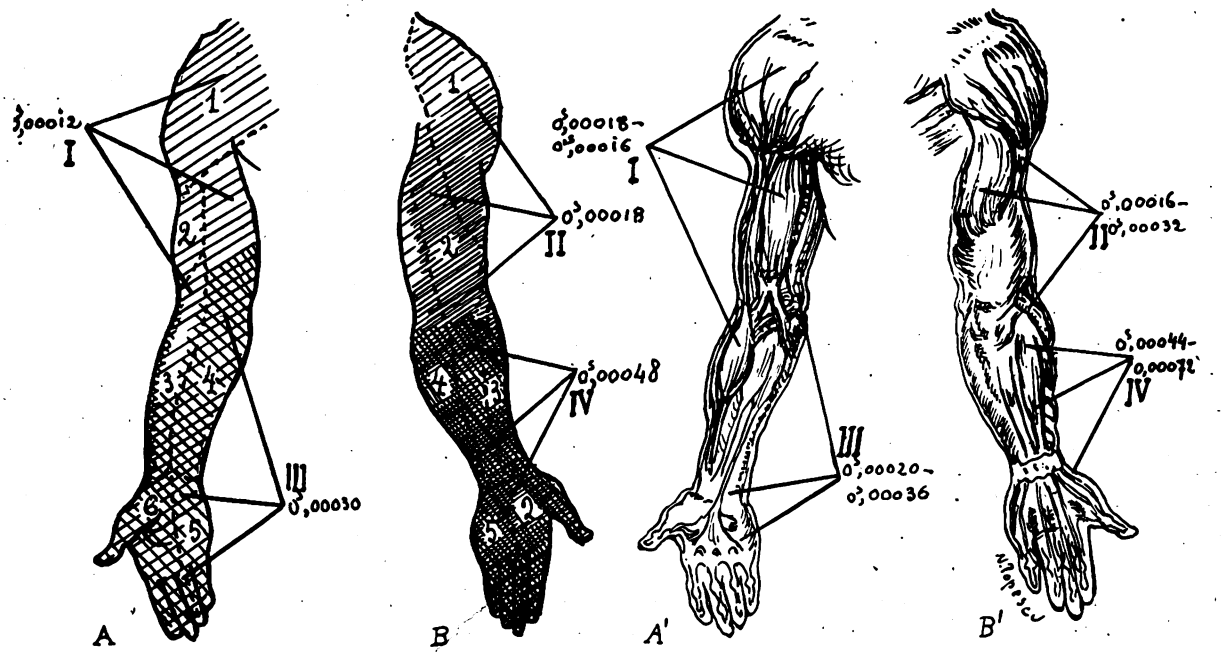


Fig. 239. — Topographie de la chronaxie sensitive et motrice.
A A' Face palmaire, téguments et muscles. On distingue deux régions chronaxiques de même valeur que les deux groupes musculaires sous-jacents (I et III).
B B' Face dorsale. Deux régions chronaxiques de même valeur que les deux groupes musculaires sous-jacents (II et IV).

1° L'épaule et la face antérieure du bras (chronaxie 0,s00012 — 0,s00016) ;

(1) G. GOURGUIGNON et A. RADOVICI, La chronaxie sensitive. *C. R. Acad. des Sciences*, 19 décembre 1921.

Digitized by Google

2° La face postérieure du bras (chronaxie 0,ˢ00016 — 0,ˢ00020) ;

3° La face antéro-interne de l'avant-bras et la paume de la main (chronaxie 0,ˢ00024 — 0,ˢ00032) :

4° La face postéro-externe de l'avant-bras et la face dorsale de la main (chronaxie 0,ˢ00048 — 0,ˢ00052).

Il résulte, en première ligne, de ce tableau, que la distribution de la chronaxie sensitive est régionale, et la confrontation avec le tableau des chronaxies motrices démontre que la chronaxie sensitive est égale à celle des muscles sous-jacents. Entre la peau et les muscles qu'elle recouvre il y a ainsi une synergie fonctionnelle manifestée dans l'acte réflexe. Au tronc, où la disposition métamérique primitive est encore décelable, nous voyons que les réflexes cutanés (abdominaux) s'étagent de telle manière, que le muscle qui se contracte est sous-jacent à la peau excitée. Tégument, neurone sensitif, neurone moteur et muscle constituent donc un système isochrone, l'excitation de n'importe quel point du système ayant la propriété de produire une résonance de tous les éléments qui s'échelonnent du point excité jusqu'au muscle qui se contracte. L'identité de la chronaxie, démontrant l'identité des propriétés biologiques fondamentales des neurones sensitif et moteur, les ondes de l'influx nerveux se continuent au niveau des synapses, du cylindraxe sensitif dans les dendrites du neurone moteur.

***

III. En ce qui concerne les réflexes cutanés des membres et en particulier du membre supérieur, nous avons tâché de démontrer ailleurs (1) que leur disparition a été, au point de vue phylogénétique une condition nécessaire pour le perfectionnement de la motilité volontaire différenciée, des extrémités. En 1920, avec G. Marinesco (2), nous avons découvert chez un malade, atteint de sclérose latérale amytrophique un nouveau réflexe cutané qui, par ses caractères cliniques et son mécanisme physiologique, occupe une place à part. L'excitation de la région palmaire de ce malade, à l'aide d'une épingle ou bien un simple frôlement de la région thénarienne suffisait pour produire une contraction des muscles de la région mentonnière du même côté. La contraction intéressait le muscle triangulaire, le carré et la houppe du menton, déterminant une retraction du menton et une formation de plis correspondant à l'insertion cutanée de ces trois muscles, innervés par la branche inférieure du nerf facial. Nous avons constaté ensuite que le réflexe, que nous avons dénommé *réflexe palmo-mentonnier*, existe chez presque tous les malades avec lésion du faisceau pyramidal, la réaction étant plus manifeste, lorsque la lésion est bilatérale. Chez les sujets normaux le réflexe palmo-mentonnier existe dans 50 % des cas; étant souvent esquissé seulement par une brusque contraction de la houppe du menton. La zone réflexogène ne dépasse jamais normalement la région de la paume.

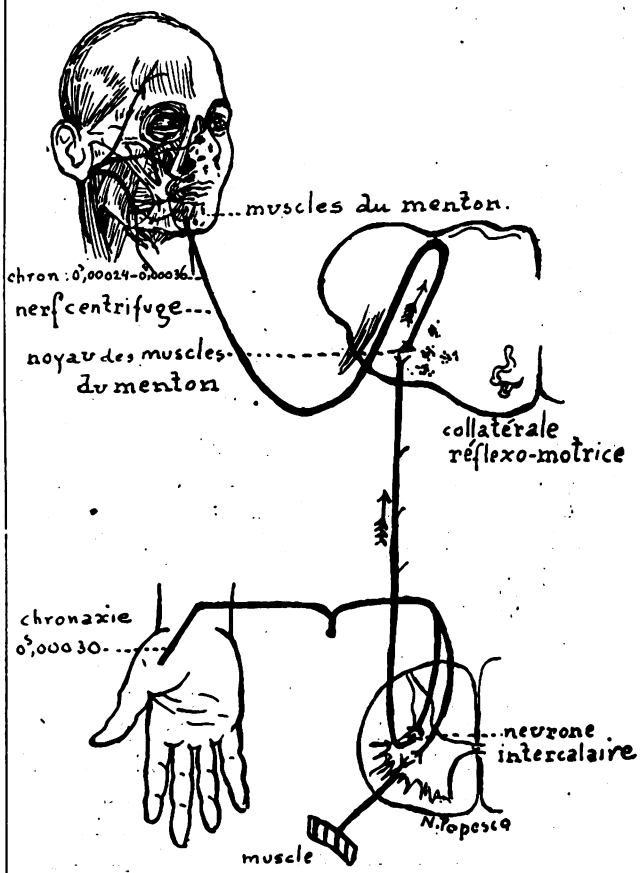


Fig. 240 — Le réflexe palmo-mentonnier, voie de l'influx nerveux. Identité chronaxique du segment centripète et du segment centrifuge de l'arc réflexe.

Au point de vue physiologique, l'intérêt présenté par notre réflexe consiste dans le fait qu'une excitation de la région palmaire est suivie d'une réaction non pas dans les muscles de la main, ni de l'avant-bras ou du bras, mais de certains muscles d'une région située à une grande distance de la région excitée. En ce qui concerne les voies du réflexe et son centre, depuis notre première communication, nous avons présumé que « *l'excitation, au lieu de se réfléchir à l'aide des collatérales réflexes sur les muscles de l'éminence thénar ou hypothénar, par un*

(1) A. Radovici, La sémiologie du réflexe palmo-mentonnier. *Annales de Médecine*. Tome XII, N° 1, juillet 1922.

(2) G. Marinesco et A. Radovici, Les réflexes d'automatisme des membres supérieurs. *Revue Neurologique*, 1925 et G. Marinesco et A. Radovici, Un nouveau réflexe cutané. Le réflexe palmo-mentonnier. *Revue Neurologique*, N° 3, mars 1920.

Digitized by Google

mécanisme de résonance ou d'isochronie, retentit sur les neurones qui forment le faisceau fondamental du cordon latéral et arrive de ce fait au noyau du nerf facial du même côté ».

Il intervient donc ici un neurone intercalaire ou neurone centripète de second ordre, grâce auquel les cellules radiculaires des muscles du menton sont excités.

Or, ce phénomène de résonance, par l'intermédiaire d'un neurone intercalaire, isochrone, présumé dans notre travail de 1920, nous l'avons démontré par les recherches, faites en collaboration avec G. Bourguignon, sur la chronaxie sensitive, du membre supérieur, d'après lesquelles il apparaît que le chronaxie des téguments thénariens (0,s00030) est égale à la chronaxie des muscles innervés par la branche inférieure du nerf facial (0,s00024 — 0,s00036), décrite antérieurement par G. Bourguignon (1).

Nos résultats obtenus pour la première fois dans l'arc réflexe humain, concordent avec ceux obtenus par Lapique, chez la grenouille, à l'aide des excitations itératives du neurone sensitif.

***

IV. En ce qui concerne la circulation de l'influx nerveux dans l'arc des réflexes cutanés chez l'homme nous avons utilisé, au cours de nos recherches (2), au lieu de l'excitation mécanique, l'excitation cutanée à l'aide d'une série de chocs d'induction électrique. Nous avons de ce fait trouvé qu'il existe entre certaines limites, un rapport constant entre l'intensité du courant et la fréquence des chocs d'induction pour l'unité de temps.

Nous nous sommes servi de la technique suivante : l'excitation de la zone cutanée reflexogène a été produite à l'aide de deux électrodes, d'une bobine Gaiffe, mesurant l'intensité du courant par l'emboîtement des bobines et la fréquence d'après les oscillations du levier interrupteur que nous avons inscrit sur un cylindre.

Pour éliminer toute cause d'erreur, par diffusion du courant au muscle avoisiné, nous avons choisi pour notre étude les réflexes crémastériens et plantaires à l'état normal et pathologique (3).

Du premier abord nous avons constaté un rapport inverse entre l'intensité du courant et la fréquence des chocs. En effet, pour obtenir le seuil du réflexe, il est toujours nécessaire d'augmenter l'intensité lorsque la fréquence diminue et inversement d'accroître la fréquence lorsque l'intensité baisse, c'est-à-dire que pour la production du seuil du réflexe, il est nécessaire d'agir avec un produit constant :

K = Intensité × Fréquence (K = I × F).

Nous donnons ci-dessous le tableau numérique et la courbe du réflexe crémastérien.

Intensité	Fréquence	K=I×F
1	27	27
1 3/4	12	21
2	8	16
2 1/2	6	15
4 3/4	4 1/2	21,3
5 1/2	3 2/4	20,6
8 1/2	3	25

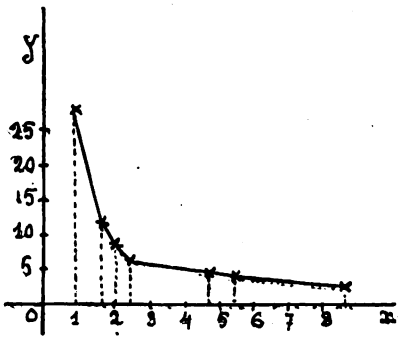


Fig. 241. — Courbe du réflexe crémastérien chez l'homme normal. *ox* : Intensité; *oy* : Fréquence.

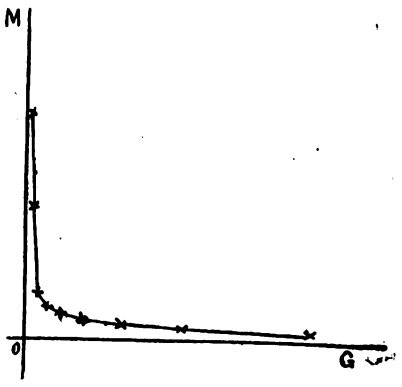


Fig. 242. — Courbe de la torsion géotropique des plantes (Bach et Frôschl) OG : Force géotropique ; OM ; Temps. (*Traité de physiologie comparée.* Aug. Pütter. Iéna, 1911).

Il est incontestable que nous tenons par ce fait un moyen de définir un réflexe à l'aide d'une for-

(1) G. Bourguignon et A. Tupa, Chronaxie normale du nerf facial. *C. R. Soc. Biol.* nov. 1921.

(2) A. Radovici et H. Fischgold, *C. R. Soc. Biol.* 1924. Séance 21 février. La loi de l'hyperbole appliquée aux réflexes cutanés.

(3) Dans ces réflexes, les muscles qui réagissent sont situés en dehors de la zone réflexogène, c'est-à-dire loin du point d'application des électrodes excitants.

Digitized by Google

mule mathématique, cette méthode appliquée à l'état normal et pathologique pourrait servir de base à une nouvelle classification des réflexes.

Mais ce n'est pas tout. Les recherches entreprises par différents auteurs dans d'autres domaines biologiques portent à admettre que la courbe des réflexes cutanés, chez l'homme, n'est qu'un cas particulier d'une loi générale de réaction de la matière vivante et même d'une loi régissant les phénomènes physico-chimiques.

C'est ainsi que Loeb étudiant l'action de l'excitation lumineuse sur des organismes animaux fixes (le polype Eudendrium) a trouvé que pour la production du seuil du tropisme, une constante résultant du produit de l'intensité et du temps est nécessaire.

Blaawd et Fitting ont étudié le même phénomène sur la cellule végétale, le premier expérimentant avec la lumière, le second avec la gravitation. Ils ont toujours trouvé une constante du seuil de la réaction, résultant du produit des mêmes facteurs $i \times t = k$. Fröschl a généralisé cette loi et l'a appelée *la loi de l'hyperbole.*

Pour que toute cellule, en général, et surtout la cellule nerveuse réponde à une excitation, l'énergie excitante doit arriver à une certaine quantité liminale, toujours constante, fonction du temps et de l'intensité.

La loi de Bunsen-Roscoe, qui est à la base de la photochimie, est l'expression du même rapport entre la réaction qui rend noir le papier au Ag Cl, et le produit de l'intensité par la durée de l'insolation. Il est évident que le seuil de la réaction, c'est-à-dire l'énergie minima, nécessaire pour impressionner le papier à Ag Cl, obéira à la même loi, que nous avons démontrée pour le seuil du réflexe cutané, c'est-à-dire qu'elle sera une valeur constante.

Il résulte de nos recherches que la loi des réflexes cutanés chez l'homme de la variation de l'intensité liminaire de l'excitant en fonction de la fréquence des chocs est une hyperbole équilatère. La loi des réflexes cutanés a donc la même forme que celle découverte par Hoorweg et Weiss, pour l'excitabilité neuro-musculaire, à l'aide de décharges des condensateurs ou de l'onde rectangulaire.

***

V. Nos recherches ultérieures nous ont conduit à démontrer que la même loi de circulation de l'influx nerveux, gouverne aussi le mécanisme des réflexes d'automatisme médullaire (1). On sait que dans les expériences de transection de la moelle dorsale et en cas de lésions destructives ou compressives situées au même niveau, avec intégrité du tronçon médullaire sous-lésional, il apparaît dans les membres inférieurs des réflexes rythmiques d'automatisme médullaire. La forme de ces mouvements réflexes revêt certains caractères des mouvements volontaires, comme par exemple : la marche, le grattage, l'éloignement d'un objet, etc.

L'observation attentive des contractions musculaires, inscrites isolément nous a permis de découvrir quelques phénomènes particuliers qui se passent dans ces muscles.

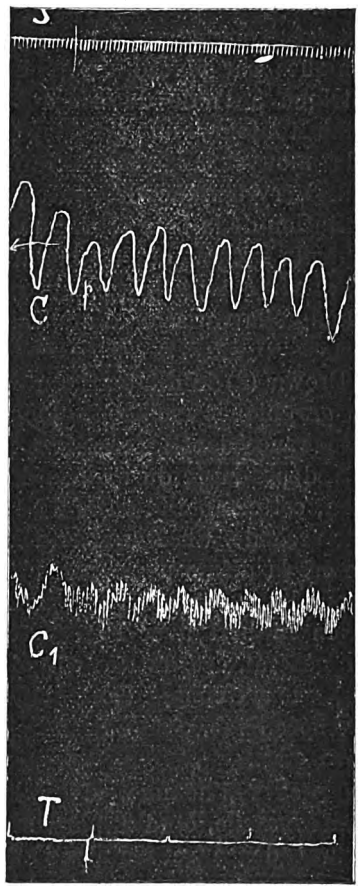


Fig. 243. — S, Signal électrique ; C, Contractions rythmiques réflexes des muscles abducteurs ; C_1, secousses directes des gastro-cnémiens et contractions réflexes des mêmes muscles ; T, Temps en secondes (Les électrodes sont appliqués sur la peau recouvrant les gastro-cnèmiens.

C'est ainsi que nous avons constaté que si l'on maintient l'excitant en place, c'est-à-dire si l'on continue à pincer la peau du membre après le déclanchement du réflexe d'automatisme, on voit, après une phase de relâchement, le mouvement réflexe réapparaître et cette répétition peut se continuer quelque temps. Ce fait d'observation

(1) RADOVICI et H. FISCHGOLD. *C. R. de Biol.*, 1923, t. LXXXIX.

Digitized by Google

nous a conduit à utiliser comme excitant une série de chocs d'induction faradique. De cette manière nous avons eu la possibilité de doser l'excitant et de le maintenir en place pendant longtemps (1).

Il est incontestable que ces phénomènes ne sont que l'expression chez l'homme, des réflexes rythmiques d'automatisme médullaire déterminés chez les animaux à moelle sectionnée, dans les expériences classiques des chiens spinaux de Sherrington, Philipson, Graham et Brown présentent une grande analogie avec les mouvements d'automatisme de la marche, inscrits par Foix et Strohl, chez l'homme, dans des conditions similaires.

Dans toutes ces expériences, en ce qui concerne la fréquence des mouvements rythmiques les indications sont très sommaires. En effet, les excitations mécaniques par pincement, piqûre ou excitation électrique à l'aide du courant faradique, déterminaient toujours un rythme d'apparence constante des mouvements réflexes. Chez le chien, dans le réflexe rythmique de grattage (scratch-réflex) l'excitation de la base thoracique détermine des mouvements rythmiques de la jambe correspondante, d'une fréquence qui se maintient toujours constante, malgré la variation d'intensité de l'excitation.

Graham Brown (2) le dit textuellement : « Les inscriptions graphiques montrent que la rapidité avec laquelle se succèdent les réactions musculaires reflexes est indépendante du rythme de l'excitant. Chez le chien, cette rapidité varie de 4,4-5,2 mouvements par seconde. Chez le chat décapité entre 4,3-6,8, elle est la même pour les excitants mécaniques et pour les excitants électriques. Elle varie légèrement en rapport avec l'intensité de l'excitant. » En général, cet auteur considère la fréquence du réflexe rythmique d'automatisme comme un caractère spécifique, c'est-à-dire distinguant les espèces entre elles.

De même, chez l'homme, dans les réflexes rythmiques de marche, étudiés par P. Marie, Foix et Strohl, la cadence se maintenait toujours à 60 doubles par minute, correspondant au pas habituel de la marche.

Nous ne connaissons pas d'expériences, avant les nôtres (3) tendant à démontrer une variabilité de ces réflexes rythmiques en rapport avec la valeur de l'excitant. Dans nos recherches nous nous sommes rendu compte, en effet, que le *rythme des mouvements réflexes ne se maintient pas constant* et qu'il existe une variabilité en rapport avec la fréquence et l'intensité de l'excitant.

C'est ainsi qu'en variant l'intensité et la fréquence du courant faradique, à l'aide duquel nous excitions la peau de la région jambière, nous avons obtenu des valeurs variables, indiquant la fréquence des contractions rythmiques réflexes. Il ressort de nos expériences que c'est seulement en utilisant une fréquence basse de l'excitant, c'est-à-dire lorsqu'on se trouve près du seuil du phénomène, que la variabilité de la réaction rythmique devient apparente. A partir d'une intensité et fréquence données de l'excitant, la réaction rythmique des muscles devient constante, malgré la croissance continuelle de la fréquence et de l'intensité de l'excitant. Les auteurs se trouvaient donc dans de telles conditions d'expérience, qu'il leur était impossible d'observer

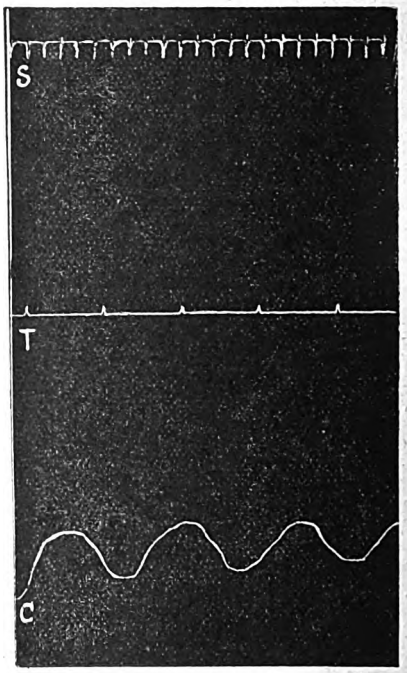


Fig. 244. — S, T, C, : S, Signal électrique indiquant les interruptions du courant. — T. Temps indiquant les secondes. — C. Contractions rythmiques réflexes.
Chocs faradiques : 276 par minute.
Contractions réflexes : 42 par minute.

un rapport entre la fréquence et l'intensité, d'une part, et le rythme des contractions réflexes d'autre part.

Dans nos recherches, utilisant toujours un excitant d'intensité sous-liminale et de petite fréquence, nous nous sommes appliqués à étudier

(1) A. RADOVICI et A. CARNIOL, *C. R. Soc. Biologie.* Tome II, 1922. Sur un phénomène d'inexcitabilité périodique réflexe.

(2) Graham Brown, Die Reflexfunktionen des Zentralnervensystems. Ergelnisse du Physiol. 1913.

(3) A. RADOVICI et H. FISCHGOLD. Sur un rapport quantitatif entre l'excitant et la réaction dans les réflexes d'automatisme médullaire. *Journal de Physiologie et de Pathol. générales*, 1923.

Digitized by Google

justement ce rapport, qui nous est apparu évident, dès nos premières expériences.

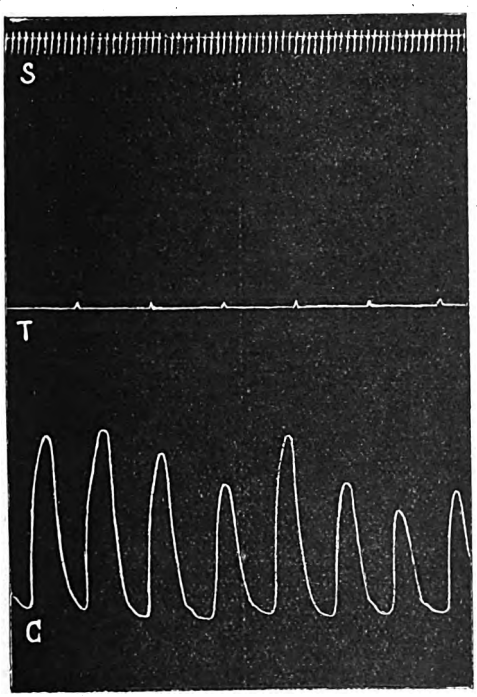


Fig. 245. — S, T, C : S. Signal électrique indiquant les interruptions du courant. — T. Temps indiquant les secondes. — C. Contractions rythmiques réflexes.
Chocs faradiques : 700 par minute.
Contractions réflexes : 75 par minute.

Nous donnons la série d'expériences suivante que nous avons répétées plus de 50 fois et qui

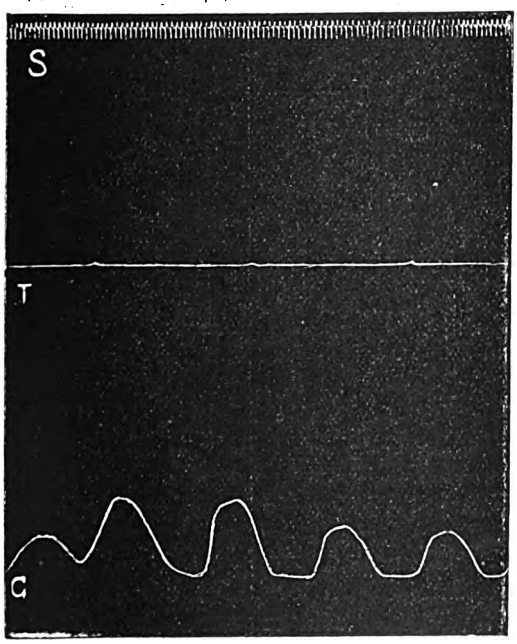


Fig. 246. — S, T, C : S. Signal électrique indiquant les interruptions du courant. — T. Temps indiquant les secondes. — C. Contractions rythmiques réflexes
Chocs faradiques : 1980 par minute.
Contractions reflexes : 102 par minute.

nous indique le nombre des chocs excitants par minute et parallèlement les nombres correspondants des contractions réflexes par minute.

En notant les chiffres des chocs excitateurs sur l'abscisse et ceux des contractions rythmiques sur l'ordonnée, nous obtenons la courbe suivante :

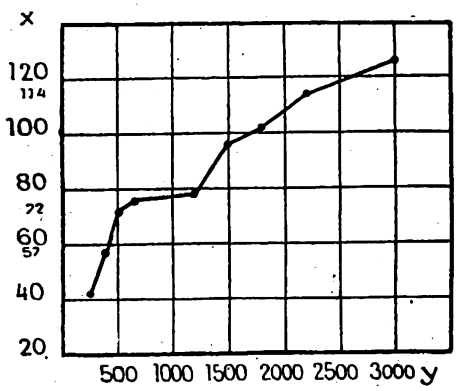


Fig. 247. — Tracé d'expériences 1, 4, 9. — Courbe des expériences. *ox* : nombre de contractions rythmiques réflexes ; *oy* : nombre des interruptions faradiques (excitant).

Nos	Chocs faradiques	Contractions rythmiques réflexes
I*	276	42
II	390	57
III	510	72
IV*	700	75
V	1200	78
VI	1500	96
VII	1800	102
VIII	1920	105
IX*	1980	102
X	2220	114
XI	3000	126

*Les astérisques indiquent le numéro de la série dont nous donnons ci-joint les tracés.

Nos expériences nous ont amenés à démontrer que le nombre des contractions rythmiques réflexes chez l'homme avec phénomènes d'automatisme par compression médullaire n'est pas constant. Il varie avec la fréquence de l'excitant suivant une loi définie. L'analyse du tableau numérique et de la courbe ci-jointe montrent qu'à mesure qu'on s'éloigne du seuil de réflexe à la même croissance de l'excitant, correspond une croissance de plus en plus petite dans la réaction réflexe.

Digitized by Google

La courbe des contractions rythmiques, donc la courbe du réflexe, présente une ascension brusque dans la partie voisine du seuil, ayant ensuite la tendance à devenir parallèle à l'abcisse, cette courbe est analogue à celle trouvée par Weber dans le rapport qui existe entre l'excitant et la sensation constituant la base de la loi qui porte son nom en Psychologie.

VI. — Dans l'estimation du rapport numérique existant entre la fréquence des chocs excitants et le nombre des contractions rythmiques réflexes, le facteur *fréquence* de l'excitant a eu le sort du facteur *temps* dans la détermination de la loi d'excitation par Du Bois Reymond. Cet auteur, utilisant des courants de durée trop grande, par défaut de technique, n'a pas pu saisir le rôle du facteur temps, dans le processus d'excitation. Hoorweg et Weiss, en utilisant les condensateurs ou le rhéotome balistique, ont pu obtenir des courants de durée excessivement courte jusqu'à 1/10.000e de seconde et ont pu ainsi déterminer la loi d'excitation.

La même erreur s'est produite dans la détermination du rapport entre la fréquence de l'excitant et la fréquence des réactions, dans les phénomènes réflexes, toujours par défaut de technique. En effet, comme on utilisait une fréquence trop grande des chocs d'induction, les variations de fréquence restaient sans effet sur les réactions rythmiques.

Nous avons pu déterminer le rôle du facteur

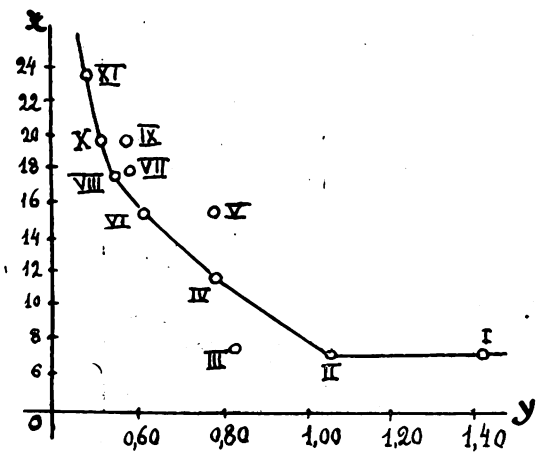


Fig. 248. — Loi des réflexes d'automatisme médullaire *oy* : Temps perdu, en secondes. *ox* : Nombre de chocs appliqués dans ce temps.

fréquence de l'excitant, utilisant une petite fréquence, c'est-à-dire étudiant le réflexe rythmique, tout près du seuil de production. De cette manière nous avons pu déterminer la zone dans laquelle le nombre des mouvements réflexes s'accroît en rapport avec le nombre des chocs excitants, jusqu'à ce qu'on arrive à un maximum de fréquence des chocs, au delà duquel le nombre des contractions rythmiques reste invariable.

Si au lieu de considérer, dans les mêmes expériences, le rapport entre la fréquence des chocs excitants et la fréquence des contractions rythmiques réflexes, nous envisageons le rapport entre le temps nécessaire à la sommation des chocs pour le déclanchement d'une contraction et le nombre des chocs dans ce temps, nous trouvons entre ces deux éléments un rapport inverse.

Nos	T Temps perdu (en secondes)	E Nombre des chocs dans le temps T	K = T × E
I	1,42	6,6	9,37
II	1,06	6,8	7,21
III	0,45	7,0	5,88
IV	0,80	9,4	7,52
V	0,76	15,4	11,70
VI	0,62	15,6	9,67
VII	0,58	17,6	10,21
VIII	0,56	17,6	9,86
IX	0,58	19,4	11,25
X	0,52	19,6	10,19
XI	0,48	23,4	11,23

Sur le tracé graphique (le temps T en abcisse et E, le nombre des chocs en ordonnée) on obtient la courbe hyperbolique, que nous avons obtenue pour le seuil de déclanchement des réflexes cutanés en général. La loi de Weber, appliquée à la physiologie de la moelle épinière, apparaît donc comme corollaire de la loi de l'hyperbole des réflexes cutanés.

***

Il résulte en première ligne de ce qui précède, que la loi générale, qui gouverne la circulation de l'influx nerveux s'identifie à la loi d'excitation de Hoorweg et Weiss, ayant la forme de l'hyperbole. Aux confins des neurones, l'influx nerveux agit sur les neurones contigus suivant la loi d'excitation, n'excitant que les neurones isochrones.

La découverte du réflexe palmo-mentonnier nous a incité à vérifier cette loi de la circulation de l'influx, dans l'arc réflexe. Il a fallu déterminer d'abord la loi d'excitation du neurone sensitif, la chronaxie sensitive. Nous sommes arrivés ainsi à démontrer expérimentalement l'isochronisme sensitivo-moteur, par la détermination de l'iden-

Digitized by Google

tité chronaxique entre le neurone sensitif et le neurone moteur de l'arc réflexe.

Considérant ensuite l'arc réflexe en totalité, nous avons établi, pour les réflexes cutanés, la loi de la variation de l'intensité liminaire de l'excitant, en fonction de la fréquence des stimuli, qui est aussi une hyperbole équilatère.

Pour les réflexes d'automatisme médullaire, nous avons de même déterminé la loi de la variation du temps perdu, en fonction du nombre des stimuli appliqués en ce temps. Cette loi est aussi une hyperbole.

Il résulte donc qu'au niveau de la synapse sensitivo-motrice, dans la substance grise médullaire, la progression de l'influx nerveux est régie par une loi identique à la loi d'excitation périphérique.

L'étude du rapport numérique entre l'excitant et les contractions réflexes, dans un réflexe rythmique, que nous avons décrit chez l'homme, nous a permis d'établir le fait qu'alors que la fréquence de l'excitant croît en progression géométrique, le nombre des contractions rythmiques réflexes n'augmente qu'en progression arithmétique. Ce phénomène s'exprime graphiquement dans une courbe logarithmique analogue à la loi de Weber-Fechner.

Cette loi nous apparaît donc comme un corollaire de la loi précédente, de la variation du temps nécessaire à la sommation des stimuli en fonction de leur nombre appliqué dans ce même temps.

La loi de Weber, considérée à tort comme une loi psycho-physique, n'est en réalité qu'une conséquence de la loi générale de l'hyperbole, qui gouverne en même temps le phénomène de l'excitation, c'est-à-dire l'origine de l'influx nerveux et aussi la circulation de l'influx dans les différentes voies du système nerveux.

A. Radovici,
Docent de Neurologie à la Faculté de Médecine de Bucarest.

L'OCÉANOGRAPHIE DE LA PLANÈTE MARS (1)

Je me propose, aujourd'hui, d'appliquer à notre voisine, la planète Mars, les résultats que nous pouvons déduire des lois qui régissent l'évolution des Planètes.

(1) Conférence faite à l'Institut Océanographique de Paris, le 6 février 1926, par l'abbé Th. Moreux, directeur de l'Observatoire de Bourges.

La raison d'un tel choix peut apparaître aux esprits les moins versés dans l'astronomie : si Mars est l'un des membres les plus modestes de notre système planétaire, en revanche, le jeu des mouvements célestes le fait passer assez près de la Terre pour qu'à certaines époques favorables nous puissions le contempler à l'aise et étudier sa topographie. D'autre part, un examen attentif nous a persuadés depuis longtemps que cette planète, 6 fois ½ plus petite que notre Globe, est néanmoins celle qui ressemble le mieux actuellement à notre terrestre séjour.

Les grosses planètes, en effet, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont encore chaudes et fluides ; elles représentent la Terre à ces époques lointaines où des températures formidables avaient empêché la vie de s'installer à sa surface. Ne parlons pas de Mercure, rocher désert dépourvu de toute enveloppe aérienne et toujours noyé dans les feux du Soleil. Quant à Vénus, son atmosphère épaisse ne laisse rien deviner de sa structure géographique et force nous est de reporter notre curiosité sur notre voisine sise au delà de notre orbite, à 56 millions de kilomètres aux oppositions périhéliques, comme le fut celle de 1924.

A ces moments privilégiés, Mars offre un diamètre apparent de 25 secondes ; faible, évidemment, comparé à celui de notre satellite près de 80 fois plus grand, mais n'empêche qu'un grossissement de 540 nous montre la planète sous la forme d'un disque 49 fois plus étendu que la surface de la pleine Lune. Cette simple remarque vous fait concevoir la multidude de détails qu'un œil entraîné est à même d'y apercevoir.

J'ai dit à propos de Vénus qu'une atmosphère trop dense voile les détails de la planète ; puisque nous voyons facilement ceux de la surface martienne, faudrait-il donc conclure à l'absence d'une couche gazeuse autour de Mars? Raisonnons par analogie et demandons-nous comment nous apparaîtrait la Terre si nous étions à même de la contempler d'un point très éloigné, si par exemple, nous étions transportés sur la Lune.

J'étonnerai probablement nombre de mes lecteurs si je leur affirme que notre planète, vue de loin, ne ressemblerait pas du tout aux représentations qu'en donnent nos géographies ou nos astronomies populaires. Et la preuve, la voici : nous savons, depuis les mesures de Langley, que notre atmosphère absorbe 60 % des rayons qui pénètrent normalement à sa surface (1). Ainsi, 40 % arrivent au sol, mais le sable blanc lui-même diffuse à peine le quart de ces radiations, soit 14 à 15 %. Si ces rayons réfléchis traversent de nouveau la

(1) *Ann. Journ. of Sc.* vol. xxviii, p. 163.

Digitized by Google

couche aérienne, ils subiront évidemment une seconde absorption du même ordre que la première fois, si bien qu'en tenant compte de tous les facteurs en action, un œil situé dans l'espace en face de la Terre ne recevrait plus que 8 % environ des rayons qui la frappent, soit à peu près 1 /12 de la radiation totale. Si l'on voulait tenir compte du pouvoir diffusif des molécules d'air, on arriverait à un chiffre encore moins élevé et, finalement, on devrait s'avouer qu'un spectateur contemplant la Terre vue de la Lune, n'apercevrait aucun détail de la topographie terrestre. Notre globe lui apparaîtrait comme un disque d'une éblouissante clarté, et c'est précisément ce qui se passe pour Vénus (1).

Nous avons donc la preuve que si Mars est entouré d'une atmosphère, cette dernière, parce qu'elle laisse entrevoir des détails sur le sol de la planète, est bien plus raréfiée que la nôtre. En fait, l'absence d'absorption visible, même sur les bords, pourrait nous inciter à penser que Mars a peut-être atteint la phase évolutive où se trouve actuellement notre satellite et que la planète a perdu depuis longtemps son enveloppe gazeuse; nous avons heureusement quelques autres bonnes raisons pour croire le contraire. Dès l'opposition de 1905, je signalais à mes collègues de la Société astronomique de France des variations dans la visibilité des linéaments déjà aperçus et notés par tous les observateurs : d'un jour à l'autre certains détails disparaissaient en tout ou en partie comme voilés derrière une gaze plus ou moins transparente (1). On pouvait discuter sur la nature de ce voile apparent, nuages ou brouillards, mais il fallait abandonner les idées de Lowell en honneur à cette époque et l'on sait avec quelle insistance l'astronome américain clamait aux quatre coins du monde que le ciel de Mars était d'une pureté remarquable, inconnue de nos météorologistes terrestres. Faut-il ajouter que depuis, malgré les dénégations de Lowell, les observations multipliées m'ont donné raison. Nous l'avons vu encore à la dernière opposition où la persistance de brumes et de nuages a rendu assez difficile l'examen de l'orographie martienne.

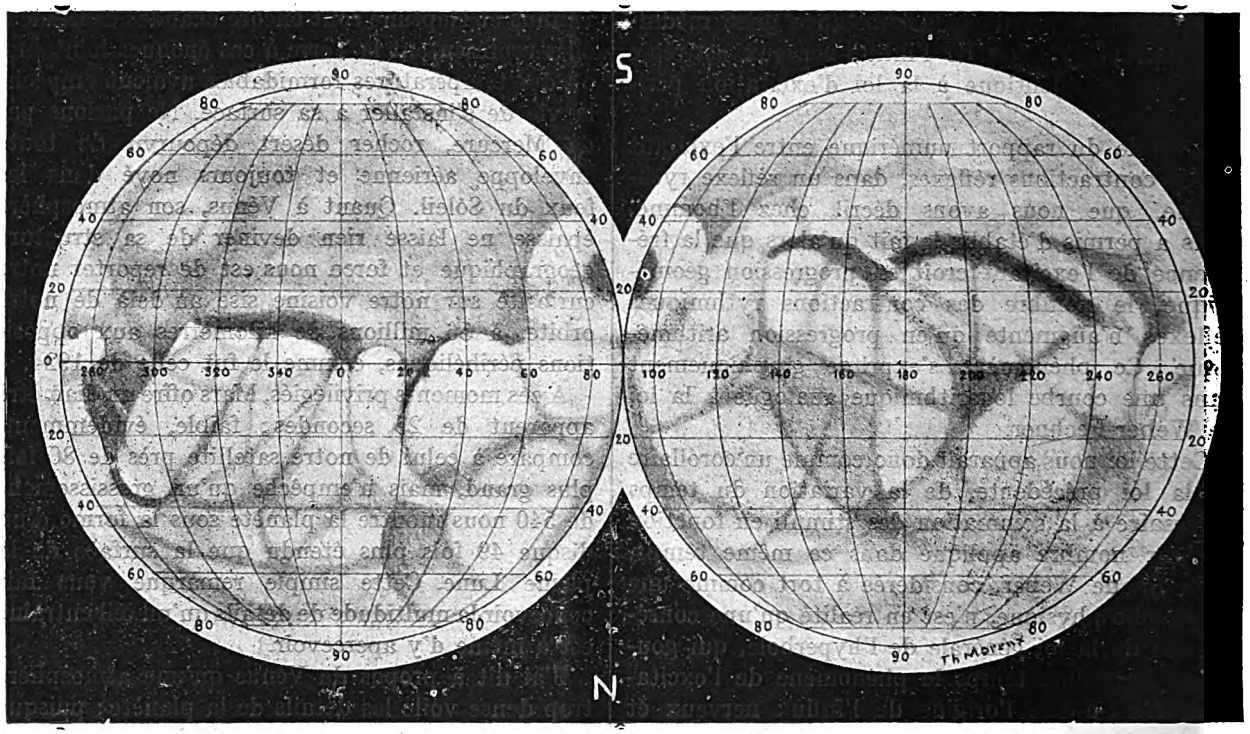


Fig. 249. — Planisphère de la planète Mars, dressé par l'Abbé Moreux, d'après ses observations depuis vingt années. (Gravure extraite de *La Vie sur Mars*.)

Un problème plus délicat est celui qui consiste à déterminer exactement la densité de l'atmosphère martienne comparée à celle de la nôtre. Ici, une foule de données nous manquent ; toutefois, en nous basant sur la valeur de l'attraction qui, à la surface de Mars, est environ le tiers de celle qu'exerce notre Globe et en faisant intervenir diverses hypothèses fort vraisemblables, on arrive par le calcul à montrer

(1) Cf. Th. Moreux : Rotation de Vénus. *Bull. Soc. Astr. Fr.* août 1899.

(1) Cf. Th. Moreux : La planète Mars. *Bull. Soc. Astr. Fr.*, 1905, p. 304.

Digitized by Google

qu'au lieu de marquer 760 millimètres, comme tel est le cas à la surface de la Terre, un baromètre à mercure, n'accuserait sur Mars qu'une hauteur d'environ 65 millimètres : cela correspond à nos couches d'air situées à une vingtaine de kilomètres d'altitude, et c'est, de l'avis de tous ceux qui se sont occupés de la question, le chiffre maximum qu'on puisse décemment accepter.

D'autre part, dès 1905, Slipher acquit la preuve spectroscopique de la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère martienne, mais là se bornent nos connaissances relativement à la composition de ce milieu gazeux extrêmement raréfié.

Ce premier pas franchi, occupons-nous des détails qu'un œil exercé peut apercevoir lorsqu'il observe la planète à l'aide d'un bon instrument.

Déjà, dès le premier quart du XIX^e^ siècle, on était d'accord pour admettre sur Mars, des saisons analogues aux nôtres, des neiges polaires fondant presque entièrement pendant les étés martiens, des variétés de teintes dues à des différences réelles d'un globe formé de terre et d'eau ; enfin, les parties rougeâtres ou jaunes représentant de véritables continents, les taches et les traînées sombres figuraient des océans ou des détroits.

Ceux qui s'adonnèrent à l'Aréographie, de 1830 à 1877, ne firent qu'amplifier ces conclusions : les taches sombres furent décidément baptisées du nom de *mers* ; les bandes plus ou moins étroites paraissant les relier, et qu'on découvrit peu à peu, furent nommées *fleuves* et l'on admit que les détails étaient soumis à des variations de faible amplitude ne changeant pas la configuration générale.

On en était là, lorsque le fameux astronome italien Schiaparelli entreprit l'étude systématique de la topographie martienne. Tout d'abord, ses premières cartes ne firent que rappeler les précédentes, quoique avec plus de détails ; les *continents* se morcellent en de nombreux îlots et de nouveaux *fleuves* sont notés. Mais, dès 1881, le même astronome change son mode de représentation : les fleuves plus ou moins curvilignes deviennent plus minces et plus étroits ; certains atteignent des longueurs de près de 5.000 kilomètres. Reprenant une idée du P. Secchi, Schiaparelli abandonne le nom de *fleuves* pour leur attribuer le terme de *canali*, *canaux*, qu'a conservé la littérature aréographique.

Avec son réseau de traits sombres alignés au cordeau, comme les rues d'une ville américaine, Mars devenait la plus intéressante des planètes ; les dernières observations de l'astronome italien, publiées après l'opposition de 1889, en firent le monde le plus étrange qu'on puisse imaginer.

« En certaines saisons, dit-il, les canaux se dédoublent », c'est-à-dire que là où l'on avait aperçu la veille *un* long canal, il en existait *deux* courant parallèlement dans la même direction à deux ou trois cents kilomètres d'intervalle. C'est alors qu'on prononça le nom des Martiens : n'étions-nous pas en présence d'un caractère avéré d'artificialité?

Ce fut pis encore lorsque plus tard Lowell couvrit la planète d'un enchevêtrement de 420 canaux presque tous rectilignes. Lui aussi en voyait un grand nombre se dédoubler à certaines époques. Favorisé, prétendait-il, par un ciel d'une pureté remarquable, celui de Flagstaff, où il avait, à 2.200 mètres d'altitude, édifié son observatoire, l'astronome américain fit école et, pendant des années, nombre d'observateurs imitant l'exemple des anciens courtisans, dessinèrent des canaux doubles ; seulement, il faut bien l'avouer, la *gémination* fut rarement signalée dans les images que donnaient les grands instruments.

Maintenant que l'engouement est passé, personne que je sache n'aurait l'audace de signaler un cas de dédoublement de *canal* martien.

Schiaparelli était pourtant un très habile observateur et ses affirmations réitérées demandaient tout de même quelque explication. En fait, la cause de la gémination a fait couler des flots d'encre et à vrai dire aucune hypothèse n'est parvenue à nous la fournir. Et c'est ici que je vais vous demander la permission d'ouvrir une parenthèse qui me paraît tout à fait nécessaire si l'on veut essayer de comprendre l'ensemble un peu disparate des études publiées sur notre voisine de l'espace.

Le grand public s'imagine volontiers que Mars, vu dans une lunette astronomique, offre immédiatement à l'observateur la foule des détails que montrent les dessins définitifs. Sans doute, un œil exercé saisit immédiatement les traits les plus caractéristiques : neiges polaires, grands espaces sombres de teintes variées, étendues plus claires, blanches, jaunes et rougeâtres, ce que les anciens nommaient mers et continents ; mais les fameux *canali*, à part quelques larges traînées, sont linéaments fort étroits, presque toujours à la limite de la visibilité. Tous ceux qui ont l'habitude des instruments d'optique comprendront la difficulté d'observer et de dessiner semblables aspects ; dans le cas d'images vues au foyer d'un télescope, cette difficulté est encore décuplée du fait que ces images arrivent à notre rétine après avoir subi dans les couches atmosphériques les plus invraisemblables déformations.

On avait pensé supprimer une partie de l'atmosphère en établissant nos instruments au sommet d'une montagne, et c'est la raison pour laquelle

Digitized by Google

on a vu s'ériger des observatoires à des altitudes élevées. Hélas ! c'était tomber de Charybde en Scylla. Ce qui nous gêne, ce n'est pas précisément l'épaisseur des couches d'air, nos images ont toujours assez de luminosité, ce sont les troubles dont ces couches sont le siège. Or, les courants de convection ne sont nulle part aussi accusés que sur les sommets ou dans les pays montagneux. Si vous en doutez, demandez-le à nos aviateurs. Lorsque vers 1900, j'affirmais ces vérités, personne n'y ajoutait foi ; mais, depuis, l'expérience m'a amplement donné raison : l'ancien observatoire érigé au sommet du mont Blanc n'a rien fourni qui vaille la peine ; celui du Mont Wilson en Amérique n'est pas davantage dans une situation idéale, à telles enseignes que tout récemment, les astronomes qui possèdent le plus grand télescope du monde, ont pensé qu'il valait mieux pour certaines observations descendre dans la plaine où les images sont meilleures. Les stations à flanc de collines ou au voisinage de la mer sont logées à la même enseigne. Dans de telles conditions, les photographies mises à part, aucune observation d'astronomie planétaire ne saurait être fructueuse.

Même au milieu d'une vaste plaine, comme celle où j'ai construit mon observatoire, une ligne fine n'apparaît pas toujours telle quelle dans l'instrument : les différences de température des couches traversées font varier les indices de réfraction de l'air et la ligne arrive à l'œil sinueuse, déformée, sans mise au point. Il faut une longue patience pour réussir à en fixer les caractéristiques. L'erreur de mise au point entraîne un autre inconvénient ; elle amène le dédoublement. Un œil jeune et bien entraîné peut à la rigueur s'accommoder très vite et suppléer à cette mise au point non rigoureuse, mais il en va autrement d'un observateur d'âge mûr ; pour lui, le dédoublement est fatal.

J'ajouterai qu'une fois dans ma vie, c'était l'année dernière, j'ai assisté à un phénomène de dédoublement tel qu'aucune mise au point défectueuse ne saurait l'expliquer. Le Soleil étant bas à l'horizon, j'ai pu observer une tache assez grande qui s'est dédoublée à cinq ou six reprises sous mes yeux, et dans chaque cas, il m'était impossible de distinguer la fausse image de la vraie ; ici, la densité des couches d'air était seule en jeu.

Ainsi, vous le comprenez mieux maintenant, l'observation des planètes, demande une longue expérience et un constant entraînement, non seulement pour *voir*, mais aussi pour *opérer la sélection* des images véritablement objectives. Mais ceci n'est pas tout ; il faut pouvoir rendre par le dessin les détails aperçus et j'ajouterai, sans vouloir froisser mes collègues, que bien peu d'astronomes ont reçu une éducation technique adéquate à ce genre d'exercice. Sous ce rapport, les dessins de Lowell, par exemple, sont vraiment enfantins et l'on aurait dû s'en apercevoir dès le début ; à peine aurait-on dû les qualifier du nom d'esquisses.

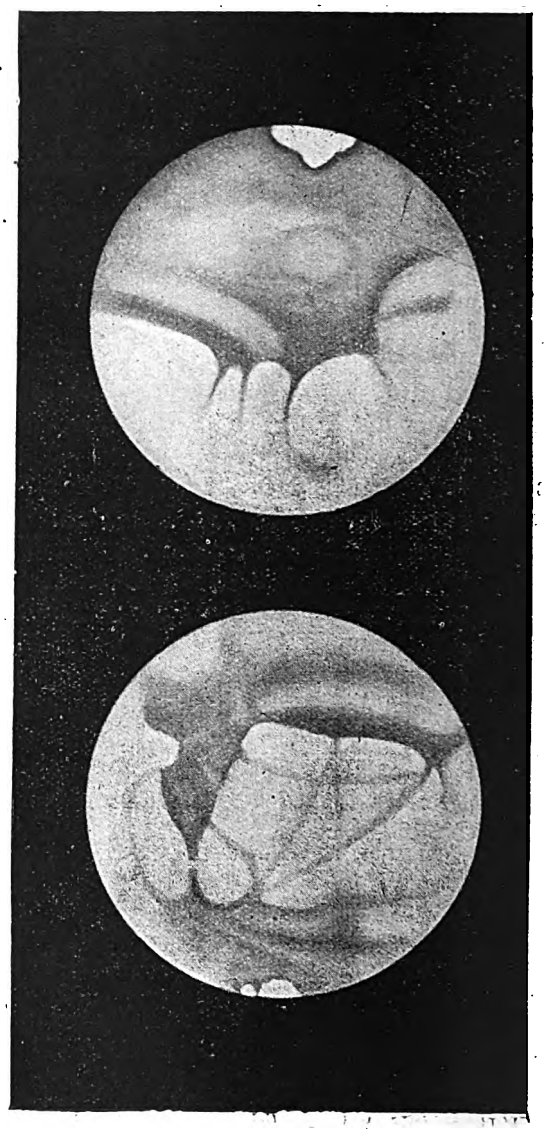


Fig. 250.
En haut : Aspect de Mars le 21 août 1924.
En bas : La mer du Sablier et les *canaux* fins le 2 juin 1905.
(Dessin de l'abbé Moreux extrait de *La Vie sur Mars.*)

La conclusion est que la *gémination* paraît de plus en plus un phénomène subjectif et illusoire, et l'on comprend qu'elle ne puisse se produire dans les grands instruments où les *canali* n'étant plus à la limite de la visibilité, nous apparaissent comme des détails fort importants de l'orographie martienne. Il y a mieux, dès qu'on emploie des objectifs à large ouverture, ces formations mêmes n'existent plus en tant que lignes continues : ce sont des amas distincts de surfaces sombres à

Digitized by Google

teintes souvent variées, et ainsi se trouve résolue par la négative la question autrefois irritante de l'artificialité de ces fameux *canali*, soutenue avec éclat par Lowell et ses disciples.

La morale de l'histoire est qu'il faudrait proscrire impitoyablement toutes les représentations de Mars qui n'ont pas été obtenues à l'aide d'un grand instrument et par un astronome à la fois entraîné et bon dessinateur. Toutefois, en pratiquant une aussi draconienne mesure, nous nous priverions volontairement d'une abondante documentation : la fixité des images fournies par un large objectif, puisqu'elle est fonction des couches d'air rencontrées, offre en effet beaucoup moins de chances de se produire qu'en usant d'instruments de moyenne ouverture ; et c'est ce que confirme en tout point l'expérience de ces dernières années.

Ne nous attardons pas davantage à ces « misères de métier » et revenons vite aux faits dûment constatés et enregistrés. L'un des plus curieux est celui-ci : bien qu'à l'heure actuelle les grands traits de l'orographie martienne soient solidement fixés, on ne peut nier que les configurations soient soumises à des variations dont les unes sont annuelles et les autres saisonnières. A chaque opposition, par exemple, les parties sombres empiètent quelque peu çà et là sur les régions claires, ou inversement ; à condition de ne voir dans les mots employés que de pures étiquettes, nous pouvons affirmer que *mers* et *canaux* varient en étendue. Il y a plus : au cours même des oppositions, les détails changent à vue d'œil et sont assez généralement en rapport avec la saison dont est affecté tel ou tel hémisphère. A en croire Lowell, par exemple, les canaux semblent se développer depuis l'arrivée du printemps jusqu'à la fin de l'été martien, du pôle à l'équateur de la planète. Il y a bien, comme j'ai pu le constater moi-même, de nombreuses exceptions à la règle, mais en général on peut considérer cette loi comme assez exacte dans l'ensemble.

Une autre découverte relativement récente a porté sur la nature même des parties sombres. Je l'ai dit maintes fois, en contemplant Mars dans le champ de nos télescopes, nous sommes dans la situation d'un géomètre placé soudain en face d'un plan dont il perçoit parfaitement les détails, mais dont il ignore la signification des teintes employées par le dessinateur.

Autrefois, les premiers observateurs de la Lune avaient décoré du nom de *mers*, les grandes surfaces sombres qu'on y aperçoit même à l'œil nu. Nos progrès optiques nous ont démontré depuis qu'en fait, notre satellite ne contient aucune masse d'eau et que les parties sombres ne sont que vastes plaines basses absolument désertiques marquant l'emplacement des anciennes mers au temps où la Lune en pouvait posséder. N'en était-il pas de même pour Mars? C'est ce qu'une patiente observation pouvait seule décider. Or, on constata tout d'abord une différence très nette entre ce qu'on appelait les « mers » sur la Lune et les « mers martiennes ». Alors que les premières restent toujours gris-fer ou gris-cendré, les *mers* sur Mars présentent des teintes étonnamment changeantes : d'une façon générale elles se tiennent dans la gamme des verts au cours du printemps et de l'été martiens ; mais dès qu'arrive l'automne, les jaunes et les roux font leur apparition et j'y ai souvent noté des teintes feuilles-mortes et même brun-chocolat. Une surface verte océanique n'éprouverait pas semblables variations et des phénomènes végétatifs peuvent seuls expliquer ces apparences qu'on retrouve d'ailleurs dans les canaux.

Néanmoins, comme toute hypothèse est discutable, il s'en fallut de beaucoup que celle-ci ralliât toutes les opinions. Mais un examen plus attentif leva bientôt tous les doutes et l'on découvrit que des espaces fort étendus comme la mer du Sablier, par exemple, n'offrent pas précisément les mêmes teintes dans toutes leurs parties : à les contempler avec de forts grossissements on dirait d'une marquetterie aux tons les plus divers ; on y remarque même des traînées canaliformes se détachant en clair sur un fond de couleurs sombres et variées ; et tout ceci est incompatible avec des masses d'eau de quelque étendue comme nos océans terrestres.

Les mers martiennes ne seraient donc en réalité que de vastes plaines basses où la végétation s'est réfugiée ; les canaux, des vallées entrecoupées çà et là de reliefs plus ou moins accusés, et dont les flancs rejoindraient les plateaux élevés formant les masses continentales proprement dites.

Parler d'océanographie de la planète Mars dans de telles conditions semble vraiment une gajeure, mais pour l'astronome habitué à supputer par milliards d'années l'évolution des astres, le temps n'est rien. Hier encore, Mars en était au stade que nous traversons ; l'eau s'y trouvait sans doute, comme chez nous, répandue à la surface. Tandis que seuls émergeaient sommets et continents, les mers occupaient les plaines basses et ces fonds qu'ont envahi maintenant les plantes avides d'humidité (1).

Alors deux problèmes se posent inéluctablement à notre esprit : pourquoi ces changements au cours des millénaires? Et si Mars nous offre une anticipation des phénomènes qui nous attendent, comment

(1) Cf. - Th. Moreux : Les énigmes de la science, p. 120, 1re éd. (Doin éd. Paris).

Digitized by Google

expliquer la perte d'atmosphère que subira notre planète?

Au fond, les deux questions sont connexes et relèvent de la loi d'évolution des mondes. Chaque nuit d'hiver, lorsque le temps le permet et que la Lune ne brille pas à l'horizon, un œil habitué à scruter le ciel peut apercevoir sous la voûte céleste une nébulosité blanchâtre située juste à l'opposé du Soleil : c'est la *lueur anti-solaire* dont l'existence a donné lieu à maintes explications, jusqu'au jour où j'ai montré que l'hypothèse la plus plausible consiste à regarder cette lueur comme formée de particules atmosphériques repoussées par la pression de radiation venant du Soleil (1).

Ainsi, à chaque instant, la Terre perd quelque peu de son enveloppe aérienne sous le souffle continu des rayons solaires et le mécanisme s'applique évidemment à toutes les planètes. La perte doit être d'autant plus marquée que ce souffle s'exerce depuis plus longtemps, et c'est précisément le cas de la planète Mars dont la naissance a vraisemblablement précédé celle de la Terre. Dans ces conditions de raréfaction, il est facile d'imaginer comment doivent se comporter les molécules liquides qui n'ont pas été absorbées par les roches et les terrains superficiels ou profonds. Un récipient rempli d'eau et placé sous la cloche d'une machine pneumatique nous en donne l'idée. Dès que la pression diminue, l'eau ne peut subsister à l'état liquide, et si la cloche offre un volume suffisant, tout se convertit en vapeur. En quelle proportion les masses océaniques ont-elles disparu sur Mars? Personne ne saurait le dire, mais ce qu'il est permis d'affirmer, c'est que nos observations ne nous montrent aucune trace d'océan de quelque étendue. A peine apercevons-nous un liseré sombre paraissant border la calotte polaire au moment de sa fusion rapide ; la neige déposée par la condensation au pôle de l'hémisphère plongé dans une longue nuit, semble disparaître pour donner lieu aussitôt à des brouillards qui envahissent peu à peu toutes les régions. C'est cette humidité, s'étalant de proche en proche du pôle à l'équateur, qui ramène le phénomène de végétation auquel nous assistons dès le commencement du printemps. Alors en effet que, sur la Terre, la vague de verdure chemine des régions équatoriales vers l'un des pôles, c'est l'inverse que nous observons sur un hémisphère martien, et le mécanisme que je viens d'indiquer peut seul nous en fournir l'explication.

Reste la question des températures. Si l'on table sur la loi de Stéfan qui donne la température d'un corps noir à différentes distances du Soleil, on trouve pour Mars une moyenne de 37 degrés *au-dessous* de zéro (1). Comment dès lors expliquer la fusion des calottes polaires et la présence d'une végétation dans un climat hyperboréen?

Cet apparent paradoxe n'est pas aussi difficile à résoudre qu'on s'est plu à le faire croire, et dès 1905, j'en ai indiqué la solution. En raisonnant par analogie avec ce qui se passe sur la Terre, j'ai montré que le sol des régions polaires au cours de l'été martien, deux fois plus long que le nôtre, peut jouir d'une température d'une *dizaine de degrés au-dessus de zéro*, tandis qu'à l'équateur, un thermomètre, dans les mêmes conditions, pourrait dépasser 16 degrés *au-dessus* de zéro et j'ai tenu compte dans ces calculs de la raréfaction de l'air sur Mars.

« Les différences entre le jour et la nuit ajoutais-je à cette époque, doivent être considérables et de l'ordre de 100 degrés centigrades (2). »

Tout cela, penserez-vous, est purement théorique ; évidemment, et faute de mieux je m'en contentai pendant une vingtaine d'années ; mais depuis l'opposition de 1924, mes chiffres sont devenus réalité. Les astronomes américains ont eu l'idée d'explorer, à l'aide de couples thermo-électriques extrêmement sensibles, les images des planètes reçues au foyer de puissants instruments et voici ce qu'ils ont observé pour la planète Mars en particulier.

La température des surfaces brillantes qui correspondent aux aires élevées ou continentales des régions proches de l'équateur, s'est montrée égale à +5°, tandis que les parties sombres adjacentes, celles qui constituent les vallées ou plaines basses, annonçaient une température de +20° centigrades (3).

La région polaire Nord qui était en hiver pendant l'opposition de 1924, a été trouvée voisine de —70° et stable, tandis qu'au pôle Sud, la température s'est élevée graduellement de —68° à 10 degrés *au-dessus* de zéro, à mesure que l'été s'avançait dans l'hémisphère austral.

Je ne pouvais espérer une meilleure confirmation de mes calculs purement théoriques. N'empêche que la température moyenne de la planète reste encore vers —30 degrés centigrades ; Mars nous offre donc un climat désertique et polaire à la fois, et cela dans un milieu tellement raréfié que seuls, des plantes ou des animaux peu élevés en organisa-

(1) Cf. C.R. *Ac. des Sc.* du 5 fév. 1923.

(1) Ce chiffre de -37° résulte d'une correction appliquée au nombre déduit de la loi de Stéfan.

(2) Cf. Th. Moreux : Les autres mondes sont-ils habités? (Doin éd. Paris.)

(3) Cf. Dr Coblentz : Mesures radiom. des Temp. stellaires et planétaires *in Bureau of Standard*, Washington D. C. 1925 et *Nature*, nos du 5 et du 25 septembre 1925.

Digitized by Google

tion y pourraient séjourner : lentement la vie se retire de cette planète et si une végétation, probablement cryptogamique, n'était là pour marquer l'ancien emplacement des mers et des détroits nous discuterions encore la question du relief orographique sur Mars. Or, chose remarquable et qui frappe même un observateur superficiel contemplant un globe martien, l'ensemble des configurations tend comme sur la Terre à faire prévaloir la fameuse forme tétraèdrique de Green. Comme chez nous, non seulement les *mers*, disons mieux les *dépressions*, paraissent l'apanage d'un seul hémisphère, mais les continents en parties surélevés s'avancent dans les mers sous forme de larges pointes triangulaires et ces masses se groupent particulièrement du côté boréal de la planète, l'hémisphère Sud restant surtout océanique.

On a essayé d'expliquer le fait au moyen d'hypothèses plus ou moins ingénieuses, contentons-nous pour l'instant de le constater.

Somme toute, Mars n'est pas la mystérieuse planète que des astronomes plus poètes que savants s'étaient plu à imaginer ; en la contemplant au foyer de nos télescopes, répétons-nous bien que nous avons sous les yeux une miniature de la Terre ; là-bas, les phénomènes physiques et chimiques ne sont pas d'un autre ordre que chez nous ; partout où se portent nos regards, aussi loin que pénètre notre rayon visuel, les lois du Cosmos restent les mêmes et réalisent les mêmes effets. Seulement, n'oublions pas que tout s'enchaîne et que c'est là le grand principe de l'évolution ; les phases traversées sont donc avant tout fonction du temps, et c'est là un facteur que, dans leur existence éphémère, les hommes, ceux même qui font de la science, sont trop souvent portés à négliger.

La planète Mars nous présente simplement l'état intermédiaire entre la Terre et la Lune, celui que notre Globe atteindra dans quelques dizaines de millions d'années et les phénomènes martiens auxquels nous assistons en ce moment, nous donnent le tableau de ce que seront les manifestations de la vie terrestre lorsque celle-ci sera près de s'éteindre.

Malgré les rayons d'un Soleil encore prodigue d'effluves bienfaisants, lentement, bien lentement, le temps, sur cette planète lointaine, poursuit son œuvre : c'est l'anesthésie qui commence, celle qui endort tous les Mondes et les achemine doucement vers la mort.

Abbé Th. MOREUX,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

DIRECTIVES A SUIVRE DANS L'IMPORTATION POUR LES BESOINS DE L'AGRICULTURE D'INSECTES ENTOMOPHAGES ÉTRANGERS. (1)

L'utilisation des parasites en agriculture comporte deux problèmes fort distincts : l'importation d'espèces nouvelles ; l'emploi le plus judicieux possible de celles disponibles tant indigènes qu'acclimatées.

Le premier problème correspondant aux nécessités les plus fréquentes est de connaissance plus avancée ; le second beaucoup plus difficile d'abord et moins impérieusement imposé, a été, au contraire, beaucoup moins précisé. Il faut d'ailleurs dire que son étude se heurte à des obstacles très sérieux, en particulier à l'impossibilité souvent rencontrée de faire cadrer les mesures précisées comme conclusions avec celles déjà en usage, nécessaires par ailleurs à la croissance des végétaux et à leur production dans les conditions économiques les plus avantageuses.

N'envisageant ici que l'importation d'espèces étrangères, nous rappellerons seulement pour mémoire au sujet de l'utilisation d'espèces indigènes, que les titres des trois principaux genres d'essais effectués : l'élevage en grand des parasites puis leur libération dans les cultures ; le transport de parasites de régions à régions ; la migration forcée de parasites d'hôtes indifférents vers des hôtes nuisibles.

Le principe du rétablissement d'équilibres biologiques rompus à la suite d'introductions d'insectes phytophages dans des pays nouveaux, par la simple importation des parasites de ces espèces est très ancien, mais ce ne fut que vers 1870 que les premières réalisations commencèrent ; il s'agissait d'introduire en France un parasite du Phylloxéra, *Throglyphus phylloxera* Riley. Depuis lors de très nombreuses études et réalisations suivirent ; portant sur des conditions les plus diverses, elles nous fournissent actuellement une documentation fort abondante. Puisque de nouvelles introductions de parasites sont à prévoir, par suite de possibilités d'établissement sur notre territoire d'espèces phytophages étrangères dangereuses actuellement encore inconnues, il importe de ras-

(1) Extrait d'une conférence faite à la réunion des directeurs de l'Institut des recherches agronomiques tenue à Paris en 1925.

Digitized by Google

sembler les conclusions de ces recherches et d'en dégager les enseignements d'avenir contenus.

***

Le premier point nettement établi par les travaux d'acclimatation de parasites effectués jusqu'à ce jour, est l'avantage qu'il y a à introduire un certain nombre d'espèces de biologie différentes, sans toutefois dépasser une certaine limite.

Chaque parasite agissant dans des conditions de milieu assez strictes, une bonne limitation d'un insecte hôte ne sera obtenue que si pour toutes les conditions pouvant se présenter géographiquement ou dans le temps, au moins une espèce parasite à grande activité se trouve à ce moment dans ses conditions optima d'activité.

Si l'on étudie les lois régissant l'équilibre des espèces dans leur pays d'origine, on voit que le plus souvent la limitation continue d'un insecte est le fait d'un véritable groupement de parasites, groupement comportant pourtant deux catégories: des espèces très actives et des espèces à rôle faible, insignifiant, ou même tout compte fait, étant plus nuisibles qu'utiles.

Pour la Piéride du chou, insecte indigène si

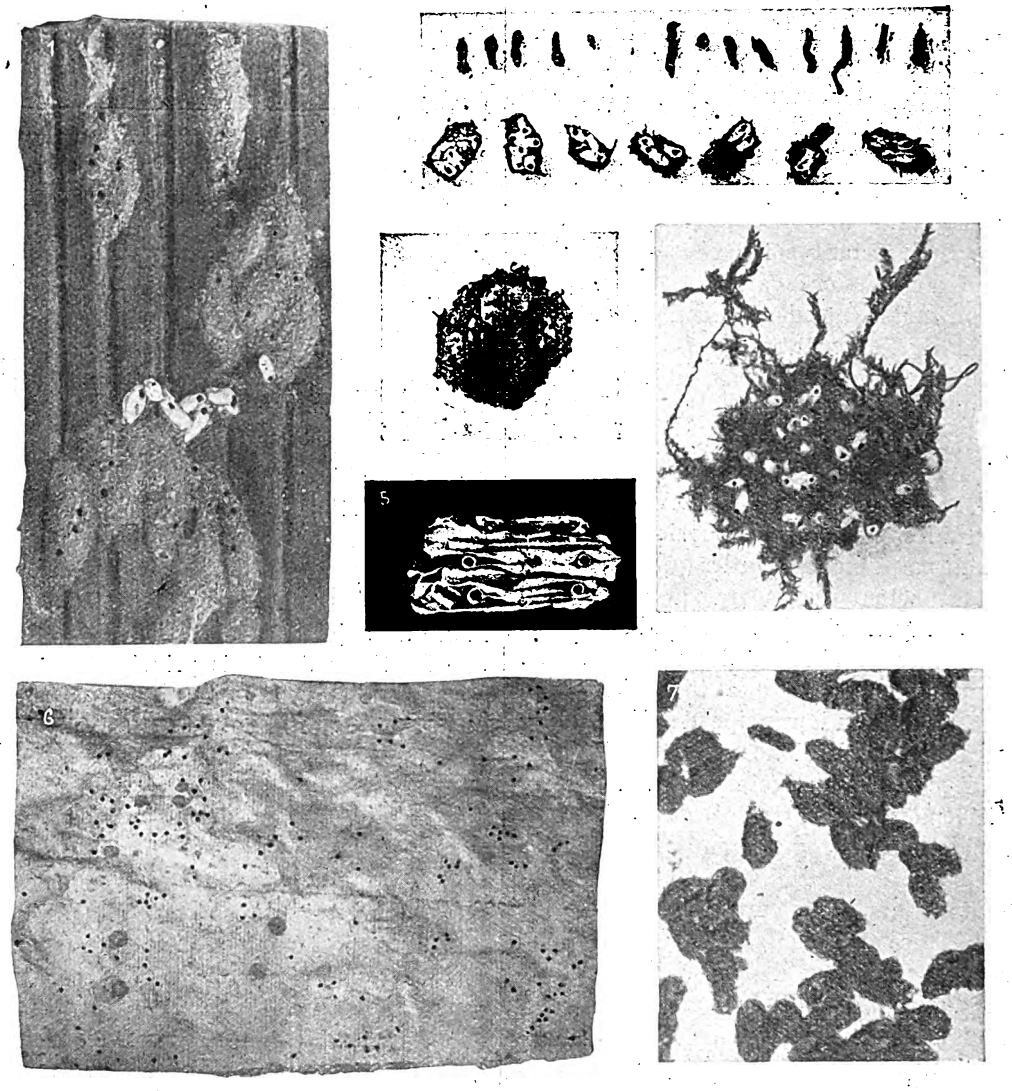


Fig. 251. — Exemple de technique ayant servi à l'étude biologique de parasites à importer (1).
En 1 et 7, cocons de l'hôte (teigne des pommes de terre) préparés sur plaquettes de liège ou sur feuilles de papier pour l'étude de la distribution des pontes d'un parasite, *Habrobracon Johannseni*. Les petits cocons blancs (1-2 4) sont ceux des parasites; les trous noirs correspondent aux orifices d'éclosion (au nombre de 150 sur la feuille de papier représentée en 6). En (4), cocons de l'hôte formés à l'intérieur de paquets de mousse et ayant servi à l'étude de la vulnérabilité de cet hôte.

(1) Clichés des Epipluyties (B. TROUVELOT. Recherches de biologie appliquée sur la teigne des pommes de terre et ses parasites). (*Ann. Epip.* T.X fasc. 1 et 2. 1924).

Digitized by Google

commun, les études de PICARD particulièrement envisagées à ce point de vue nous ont montré un groupement d'exploitation parasitaire comportant pas moins de 10 espèces dont environ 3 à rôle principal. Des faits de même ordre ont été relevés chez nous par exemple pour les *Liparis chrysorrhoea* et *dispar*, la Cochylis et l'Eudémis, la Mouche des Olives, les Hyponomeutes, etc.

En application, nous voyons que l'adjonction faite en France par M. MARCHAL d'un nouveau parasite du Puceron lanigère, l'*Aphelinus mali*, à ceux déjà existant par adaptation et pourtant fort actifs : Syrphes, Coccinelles, Hémérobes, permit d'augmenter encore et dans une intéressante mesure la destruction naturelle du dit Puceron chez nous. L'*Aphelinus* grâce à une rapidité d'évolution plus élevé que le modèle copié. Continuant au delà les apports, on risque de le quitter rapidement et de voir la valeur finale obtenue baisser peu à peu, l'hôte bénéficiant alors d'une trop vive lutte pour l'existence inconsidérément établie autour de lui.

Toutes les actions parasitaires sont en effet fort loin de pouvoir être ajoutées ou même de se montrer compatibles entre elles, et il peut très bien se faire que dans la concurrence vitale livrée autour d'un hôte commun, ce soient les espèces les moins actives dans la limitation de cet hôte qui aient le dessus.

Deux modalités de réduction d'activité parasitaire se présentent : l'hyperparasitisme et le cooparasitisme. Les résultats néfastes de l'hyperparasitisme sont les plus anciennement connus. Révélés très tôt par les études, ils furent surtout nettement mis en relief par certaines introductions faites en « masses » de parasites des *Liparis* aux États-Unis. Divers des parasites importés décimaient beaucoup plus d'autres parasites, et parmi les plus utiles, que d'hôtes. Une telle tendance est particulièrement fréquente chez certains groupes d'Hyménoptères pour lesquels on trouve alors des gammes d'hôtes très variées.

Le cooparasitisme et son rôle de première importance sont de précision plus récente. Ils ont été surtout établis dans une expérience de très grande envergure, et par ailleurs fort bien conduite, faite de 1913 à 1920 aux Iles Hawaï pour l'introduction de parasites de la Mouche des fruits, *Ceratitis capi-*

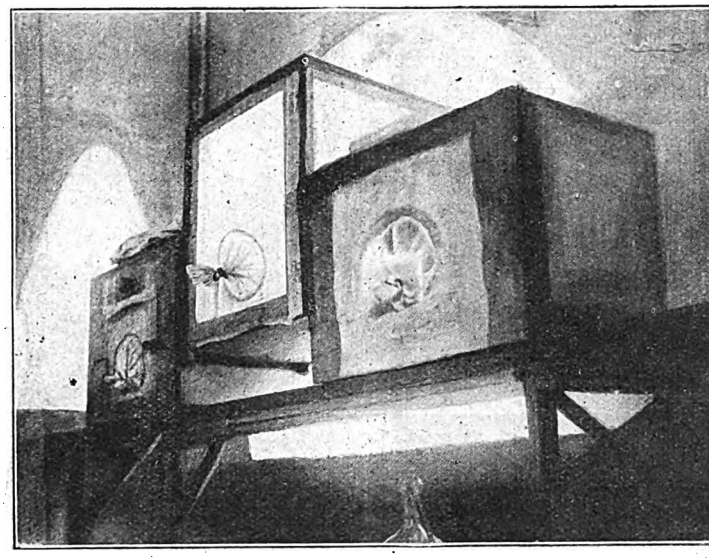


Fig. 252. — Dispositif de cage utilisé pour l'étude biologique de parasites et ayant servi à la fixation de modèles pour élevages intensifs.
Des parois de verre ou de mousseline permettent l'observation continue des élevages. Par des montages spéciaux on peut aisément en cours de travail et sans troubler les élevages, modifier l'éclairement, l'humidité, le volume, la disposition intérieure des compartiments.

particulière agit sous certaines conditions avec beaucoup plus d'activité que nos parasites indigènes ; sous d'autres au contraire il garde un rôle secondaire. Il constitue donc un élément d'un ensemble de facteurs assurant une limitation naturelle continue du Puceron lanigère.

Les études méthodiques dans le temps et l'espace des actions parasitaires réglant le degré de pullulation d'un hôte se montreront d'autant plus instructives à cet égard qu'elles porteront sur les durées et des superficies assez grandes.

A la suite de cette nécessité d'importer souvent une grande variété de parasites, l'expérience nous montre pourtant qu'il y a avantage à arrêter le travail à un certain point si l'on veut bénéficier d'un maximum de résultats, maximum parfois

Digitized by Google

tata, plaie des productions fruitières sous les climats subtropicaux. Trois espèces successivement acclimatées parmi beaucoup d'autres peu intéressantes donnèrent à elles seules un taux général de parasitisme croissant régulièrement jusqu'à parfois 90 %, une quatrième en évinçant les précédentes le ramena aux abords de 75 à 80 %. L'introduction et l'acclimatation déjà réalisées, il était trop tard pour revenir aux valeurs de destructions parasitaires précédentes ; le travail non arrêté à temps avait dépassé son but.

De cette double nécessité d'importer les espèces en nombre limité mais pourtant en certaine quantité pour disposer parmi elles d'une gamme assez complète de possibilités de grande activité suivant toutes les conditions de milieu, naît le problème du choix préalable des espèces avant toute introduction, choix d'après leur puissance destructrice d'hôtes, leur possibilité de compléter leur action et de cohabiter sans se nuire. En plus une étude préalable, en précisant avant toute mise en œuvre les résultats à escompter d'essais, permet de fixer l'opportunité de ceux-ci, c'est-à-dire d'éviter bien des tentatives infructueuses trop fréquemment en rapport avec une part très grande laissée au pur hasard et à l'empirisme dans de telles entreprises.

***

Pour le choix des espèces on ne doit pas se baser uniquement comme on pourrait le penser au premier abord, sur le seul relevé des activités des divers parasites dans leurs pays d'origine, le document serait insuffisant. Un parasite introduit dans un nouveau pays peut fort bien présenter une activité toute différente de celle montrée dans sa patrie, une question de composition de milieu intervenant avant tout. Si les deux pays diffèrent comme nature de complexe biologique, comme climat, et comme technique de mise en culture, ce qui est très fréquent, ou sur tous ces points à la fois, les insectes entomophages les plus actifs dans l'un pourront fort bien ne plus présenter qu'un rôle secondaire dans les autres et réciproquement, ce seront ceux ayant une faible activité dans les premiers qui pourront offrir la priorité d'action sous les seconds. Les différences régionales existant dans les associations parasitaires limitant un même hôte dans un seul pays nous en donnent un exemple en petit.

Il faudrait bien se garder de conclure ici, que seuls l'essai d'introduction, la tentative empirique peuvent nous renseigner et par conséquent importent. En les effectuant sans contrôle par ailleurs, d'abord nous risquons de tomber dans les deux dangers signalés précédemment : l'hyperparasitisme et le cooparasitisme, les espèces à écarter pouvant correspondre à des apports de début et aucune limite n'indiquant le moment où les essais doivent cesser ; ensuite, si nous connaissons bien peu de choses encore sur les éléments fixant l'efficacité des parasites, nous avons pourtant

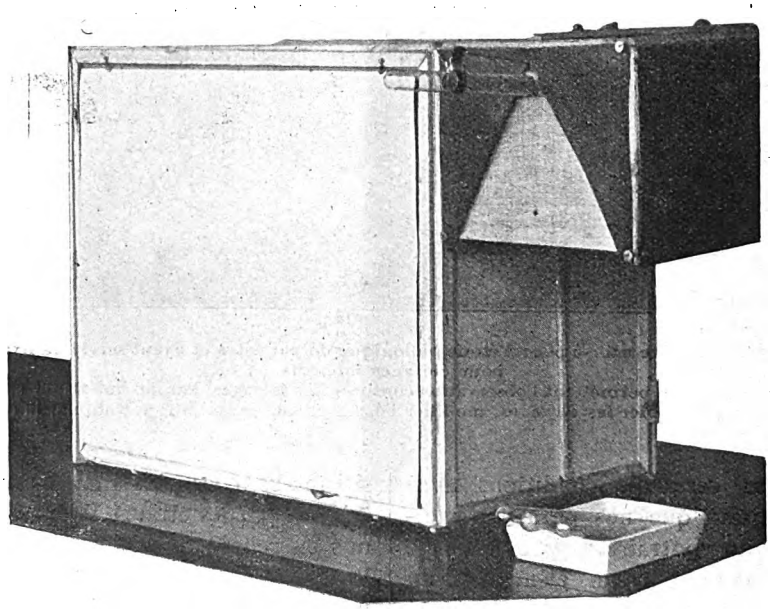


Fig. 253. — Cage pour élevages intensifs de parasites au moment de l'introduction de ceux-ci dans les cultures. Elle a permis la production régulière et avec fort peu de soins de centaines de parasites par semaine. Les parasites sont récoltés dans le tube de verre placé à la partie supérieure de la cagette noire.

Digitized by Google

certaines données bien établies et il serait une faute de les négliger sous le prétexte qu'elles ne sont pas absolues.

Pour bien comprendre les points à examiner lors du choix des parasites, il faut tout d'abord se rappeler les facteurs du milieu agissant sur l'activité des parasites et qui en conséquence devront être étudiés comparativement dans les pays importateurs et exportateurs. Les principaux sont le climat (humidité ou sécheresse de certains mois), facteur agissant dans des sens bien différents suivant les espèces, modifiant soit leur activité, soit leur rapidité d'évolution ; la distribution des végétaux tant sauvages que cultivés ; la faune, sa composition et sa répartition ; les techniques culturales suivies : superficies en monoculture, façons du sol, époques des récoltes, soins de culture, enfin un facteur dépendant de tous les précédents à la fois, le mode d'évolution de l'hôte, la distribution géographique locale et régionale de cet hôte et la vulnérabilité de ses individus. L'étude détaillée espèce par espèce viendra ensuite.

La possibilité de maintien facile des parasites dans le nouveau milieu demandera toujours à être envisagée en premier lieu car elle constitue une condition indispensable à toute activité. Un certain nombre de cas se présentent suivant le mode d'évolution de l'hôte ; d'eux dépendent la préférence à donner à la spécifité stricte ou à la polyphagie occasionnelle dans le choix des parasites.

D'abord, l'hôte a une abondance toujours à peu près constante, celle-ci n'étant pas réglée par des mesures culturales périodiques à actions brutales (traitements énergiques, arrachages) ou continues (soins d'entretien), et le rôle demandé aux parasites est d'abaisser d'une façon continue le taux de pullulation de cet hôte, tout en enrayant ses accroissements importants occasionnels. On envisagera alors les parasites spécifiques, à ponte abondante, à cycle évolutif plus rapide que leur hôte comme étant vraisemblablement les meilleurs. En général ces conditions sont celles présentées par les Insectes nuisibles aux cultures pérennes : arbres fruitiers et d'ornement, forêts, prairies, cultures dans lesquelles les façons artificielles apportent peu de trouble à l'évolution des insectes. Cas le moins complexe, c'est aussi celui le plus envisagé jusqu'à ce jour et ayant fourni le plus de succès.

Si l'hôte a une abondance variant peu comme précédemment mais au contraire sous le fait de façons culturales détruisant régulièrement bon nombre de ses individus tout en en laissant subsister suffisamment pour que l'espèce se montre nuisible, la polyphagie occasionnelle peut être avantageuse à rechercher chez les parasites, mais on ne peut donner de préférence entre elle et sa spécificité stricte. La spécificité reprendra ses avantages lorsque l'hôte évolue en même temps sur des plantes sauvages voisines avec une certaine abondance. Prennent place dans cette catégorie les Insectes des cultures fruitières très soignées, des prairies pâturées, certaines espèces de la vigne, enfin celles à évolution pérenne.

Viennent ensuite les hôtes soumis à de grandes fluctuations d'abondance numérique, fluctuations sous la dépendance de phénomènes naturels (climat, parasites) ou de façons culturales périodiques brutales (récolte, fauchaison, arrachage, traitements énergiques...) Nous trouvons ici nettement avantage à la polyphagie occasionnelle surtout lorsque les minima atteints par l'hôte dans les mouvements oscillatoires sont très bas. Les parasites polyphages occasionnels se maintenant sur des espèces diverses et ne se trouvant pas éliminés ou très réduits de nombre lors des destructions des hôtes, se présenteront avec une certaine abondance lorsque ces hôtes commencent à se multiplier à nouveau ; or, la valeur du rôle joué étant en grande partie sous la dépendance des proportions relatives de début entre les espèces en lutte biologique, ils pourront juguler dès leurs débuts les mouvements ascensionnels. Une grande abondance des hôtes sur des plantes sauvages diminue pourtant le rôle de la polyphagie occasionnelle. Une plus grande rapidité de cycle évolutif par rapport à l'hôte, si elle est reconnue compatible par ailleurs avec la biologie de ce dernier, est toujours à préférer, car elle donne aux Insectes entomophages en étant doués, une très grande activité parasitaire permettant l'arrêt rapide d'invasions. Ici prennent

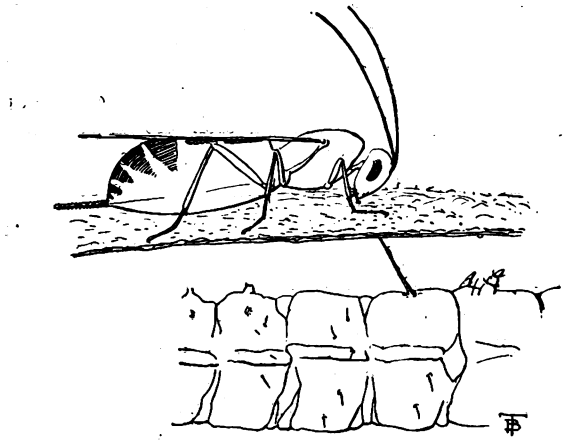


Fig. 254. — Exemple d'une grande vulnérabilité des hôtes pour certains parasites révélés par des études préparatoires : la possibilité d'alimentation à distance de ces parasites sur des hôtes enfermés dans des cocons. (Procédé du tube de succion mucilagineux construit préalablement par le parasite le long de sa tarière).

Digitized by Google

place les insectes des plantes annuelles, surtout lorsque celles-ci font l'objet de cultures intensives.

Enfin en une dernière catégorie se rangent les hôtes très peu abondants parce qu'ils sont déjà énergiquement limités par de multiples facteurs tant naturels qu'artificiels, hôtes qui pourtant n'en sont pas moins encore nuisibles, tout étant pour l'établissement de ce qualificatif une question de nature de la partie du végétal attaquée et de l'importance des déprédations effectuées par un individu. Dans de tels cas, il ne faut pas se le cacher, les avantages à escompter d'introductions de nouveaux parasites sont très aléatoires, surtout lorsque la réduction de l'hôte provient de façons artificielles, un des caractères inhérent aux limitations parasitaires étant justement de ne pouvoir abaisser l'abondance des espèces jusqu'à des taux très bas, constants, car faute de nourriture les parasites disparaissent ou régressent en nombre au point de ne plus être actifs pendant des temps assez longs, ce qui permettrait à l'hôte de pulluler aussitôt. Rappelons toutefois ici que la polyphagie occasionnelle se montrera toujours un élément important, car le maintien de parasites, sans une certaine abondance dans de telles conditions, est souvent difficile.

Signalons aussi pour mémoire un caractère fort utile pour la persistance des espèces, la présence d'individus aberrants à cycles très allongés ou raccourcis, individus qui permettent aux espèces de traverser les périodes, même de longue durée, de pénurie alimentaire. Le caractère, pas indispensable pourtant, constitue toutefois un bon indice de facilité d'utilisation dans les cultures des espèces qui en sont douées.

La possibilité de maintien facile ayant déjà permis un premier tri général parmi les espèces disponibles, le choix sera achevé par l'examen critique de nombreux autres points. Nous signalerons les principaux d'entre eux mais sans leur assigner d'ordre d'examen, car nous ne croyons pas que l'on puisse les classer par valeur, tout étant pour l'établissement de celle-ci une question de cas particuliers et suivant eux l'un ou plusieurs quelconques de ces caractères présentera la priorité sur les autres. Tous sont donc à examiner puis à peser comparativement.

Le Synchronie de cycle évolutif entre le parasite et l'hôte. — Pour les parasites attaquant des stades très variés de leurs hôtes, tels beaucoup de prédateurs, l'asynchronie est avantageuse car elle permet une multiplication très rapide. De même pour les parasites des hôtes à générations chevauchantes. Au contraire pour ceux limités à un stade d'hôte très déterminé et à des hôtes à générations non chevauchantes, l'asynchronie n'est pas à rechercher car elle met l'activité du parasite sous la dépendance d'une polyphagie constante obligatoire, condition très risquée.

Activité parasitaire. — Elle correspond au nombre d'hôtes qu'un couple peut tuer pendant un certain laps de temps (assez long), les descendants s'ajoutant aux parents. On la fixera par la connaissance détaillée de la biologie de l'hôte et des parasites, en particulier par l'étude des durées des stades vulnérables en actifs, de la distribution des pontes dans le temps, de l'abondance des pontes, de la vulnérabilité de l'hôte dans la nature, du pouvoir de recherche des parasites, du nombre de parasites évoluant dans ou sur un même hôte, de la possibilité de multiplication surnuméraire des espèces par polyembryonnie ou parthénogénèse, des destructions d'hôtes faites par les parasites pour leurs besoins alimentaires...

En général, l'observation suivie des espèces dans leur pays d'origine donnera la meilleure documentation. Les examens d'abondances numériques doivent porter sur des temps fort longs et sur des superficies étendues pour éliminer les cas accidentels, locaux ou temporaires. Les investigations envisageront deux rôles revenant parfois à des espèces différentes : la limitation continue, l'endiguement puis la jugulation d'invasions.

Possibilité de surparasitisme (destruction indirecte d'une espèce par ses individus mêmes) et de coparasitisme (destruction des individus d'une espèce par ceux d'une autre). — Ces phénomènes déterminent comme nous l'indiquions au début, des réductions souvent très importantes des activités parasitaires ; on les étudiera en faisant des dissections d'hôtes et en cherchant à leur intérieur les dépouilles de parasites morts, des élevages artificiels les complétant. En général ce sont les larves jeunes qui, plus mobiles et munies de mandibules aiguës, tuent les plus âgées, mais, parfois, en particulier lorsque c'est la pénurie alimentaire qui agit, l'inverse se produit.

Tendance à l'hyperparasitisme (parasites en tuant d'autres pour vivre à leurs dépens). — Les élevages et expériences de laboratoires jointes à des relevés d'éclosion portant sur des échantillons nombreux donneront ici les indications nécessaires.

Variations d'activité parasitaire avec le climat. — Ces variations n'ont pas forcément lieu, dans le même sens que pour l'hôte. Elles portent sur le nombre de générations, parfois sur l'augmentation de mortalité climatérique à certains stades (séche-

Digitized by Google

resse et froid pour les adultes ; humidité pour les larves, par exemple...), parfois encore sur l'abondance des pontes et l'activité (des espèces exigent un temps sec, voire même l'insolation violente, pour se mettre en quête de proies).

Possibilités d'hybridation avec des espèces voisines particulières au pays importateur. — L'expérience a montré que dans de tels cas, les caractères spéciaux ayant fait rechercher les parasites peuvent fort bien disparaître chez les métis obtenus ; d'ailleurs pour que la nouvelle race se fixe, il faudrait que des individus soient au moins en nombre égal à ceux de la race autochtone sans quoi il y aura le plus souvent englobement par celle-ci.

Pouvoir de dispersion du parasite comparé à celui de l'hôte. — Il se fixera en examinant la longévité des stades mobiles et les distances que ceux-ci peuvent parcourir (vol normal ou entraînement par le vent). Pour l'étude des facilités de formation des colonies nouvelles aux dépens d'individus apportés isolément, point très important à prévoir, il faudra examiner : la densité générale des hôtes, les possibilités de ponte parthénogénétique mâle, d'accouplements à des âges divers et d'évolution plus rapide que la durée de ponte des femelles ; en effet de tels caractères réunis, permettent à des femelles isolées et non fécondées l'établissement de foyers ; après des pontes de début correspondant à des individus mâles, ces femelles peuvent s'accoupler avec un de leurs premiers descendants et pondre ainsi sur la fin de leur vie des individus des deux sexes, c'est-à-dire fonder des colonies viables. Si les facilités de dispersion sont plus grandes pour l'hôte que pour les parasites, ceux-ci toujours en retard auront une efficacité assez réduite. Le cas inverse, empêchant la formation d'invasions par manque au début de parasites sur des territoires nouvellement envahis est au contraire un très bon indice d'activité pour les parasites en cause.

.....

Après avoir, par l'examen de ces indices et des caractères propres au milieu, éliminé un certain nombre d'espèces, groupé les autres par catégories et les y avoir classés en gros, on arrêtera définitivement le choix en cherchant à réunir les espèces les plus actives, attaquant les divers stades de l'hôte à limiter, ne se gênant pas entre elles et agissant sous les diverses conditions de climat ou de mode d'évolution numérique de l'hôte, si bien que l'on obtienne finalement un contrôle parasitaire aussi complet et régulier que possible tel que nous l'indiquions au début comme but idéal. Une, deux ou plusieurs espèces suffiront suivant les cas.

.....

En conclusion, l'expérience et l'étude montrent que pour l'importation de parasites il faut faire un choix préalable des espèces, et n'introduire celles-ci que progressivement et suivant un plan déterminé. Si l'examen des efficacités, ou seulement des abondances numériques, est un excellent indice pour la fixation de ce choix, il ne doit pourtant pas être effectué seul ; l'étude détaillée des biologies et comportements des parasites disponibles, jointe à l'analyse comparative et critique, climatérique, biologique et agronomique des pays exportateurs et importateurs constituent une seconde base dont il sera nécessaire de tenir compte dans l'établissement des plans d'importation.

Bernard TROUVELOT,
Ingénieur-agronome, Docteur ès sciences,
Préparateur à la Station Entomologique
de Paris.
(Institut des Recherches Agronomiques)

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (mai 1926). — *Algèbre.* — M. *M. Biernacki* étudie la situation des zéros des polynomes de la forme $P(x) + a\,Q(x)$, et il utilise le résultat obtenu pour localiser les zéros des polynomes $P + a\,P'$ et des polynomes prenant p fois une valeur b en un point a.

Théorie des fonctions. — 1. Envisageant une fonction monogène analytique $w = f(z)$ de la variable z, définie dans un domaine ouvert, M. *W.-S. Fédoroff* introduit le rapport $K \equiv \text{mes } C(\omega) : \text{mes } R(\zeta)$ où $R(\zeta)$ est un segment rectiligne d'extrémité ζ et $C(\omega)$, son image dans le plan w (avec $\omega = f(\zeta)$) ; soit $K(\zeta,\varepsilon)$ la borne supérieure de K pour $0 < \text{mes } R(\zeta) < \varepsilon$ et H l'ensemble des points tels que $\lim K = +\infty$: l'Auteur montre que tout point singulier de f est un point de condensation de H.

2. Après avoir introduit, d'après M. Lebesgue, la notion de dérivée régulière, M. *Stefan Kempisty* montre qu'une fonction sommable est approximativement continue en tout point où elle est égale à la dérivée régulière de son intégrale ; il étend aussi à un espace à plusieurs dimensions le théorème de M. Denjoy d'après lequel une fonction bornée approximativement continue est égale à la dérivée de son intégrale.

3. M. *Georges Valiron* montre que les cercles de remplissage, introduits par M. Milloux existent pour toutes les

Digitized by Google

fonctions méromorphes d'ordre non nul ou d'ordre nul, mais avec $\overline{\lim_{r=\infty}} \frac{T(r)}{(\log r)^2} = \infty$, T désignant l'indicatrice de M. R. Nevanlinna.

Analyse. — M. *J. Ser* indique un procédé élémentaire pour le prolongement de la fonction $\zeta(s)$ de Riemann.

2. En s'appuyant sur un théorème de M. Bochner, M. *J. Favard* étend aux équations différentielles linéaires à coefficients presque périodiques les résultats de Bohl sur les équations à coefficients quasi-périodiques ; il retrouve ainsi, notamment, des résultats de M. Esclangon et de M. Neugebauer.

3 et 10. Généralisant une proposition qu'il avait établie autrefois, M. *E. Gau* montre qu'un système en involution formé d'une équation d'ordre quelconque et d'une équation du deuxième ordre peut être ramené, d'une infinité de façons à une équation unique du premier ordre. Plus généralement, M. *G. Cerf* montre que ce résultat s'applique aux systèmes de Darboux, de classe 1.

4 et 7. A propos des équations aux dérivées partielles intégrables par la méthode de Darboux, M. *Lainé* signale un cas qui lui paraît mettre en défaut un énoncé antérieur de M. Gosse ; mais ce dernier Auteur fait observer que dans des travaux plus récents il a montré précisément comment on pouvait répondre aux objections de M. Lainé.

5 et 8. M. *Gaston Julia* montre que le polynome de Tchebichef de degré n est la limite pour $K = \infty$ du polynome unique P_K de degré n qui rend minimum la moyenne d'ordre K de la différence $|f - P|$. Le procédé qui consiste à considérer le maximum d'une fonction positive comme la limite pour $K = +\infty$ de ses moyennes d'ordre K et de rendre minima les moyennes (afin de rendre minimum le maximum par un passage à limite) peut être appliqué à tous les problèmes où il s'agit de rendre le plus petit possible le maximum d'une fonction positive sur un ensemble fermé. Dans une seconde note, l'Auteur applique la méthode à la représentation conforme des aires simplement connexes.

6. Etendant un résultat de M. Giulotto, M. *Pierre Humbert* définit des fonctions q harmoniques dans l'hyperespace ; ces fonctions peuvent s'obtenir par dérivation à l'aide de fonctions considérées par M. Angelesco.

9. En partant du noyau itéré $N_n = \Sigma \frac{\psi_i(x)\,\psi_i(y)}{\lambda_i^n}$ d'ordre n d'un noyau symétrique et en définissant une fonction $f(x)$ par les coefficients de Fourier c_i relatifs au système orthogonal $\psi_i(x)$, M. *Rolin Wavre* montre comment on peut former une fonction F telle que l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F(c_1\lambda_1^m,\ c_2\lambda_2^m, \ldots)\,dm$$

soit une fonctionnelle continue de $f(x)$, invariante par la substitution $(f_0 \to f_n)$, avec $f_n = \int N_n(x,y)\, f_0(y)\,dy$.

11. Poursuivant ses intéressantes recherches sur les équations aux dérivées partielles, M. *E. Gau* envisage certaines fonctions qu'il a introduites à propos de l'intégration de l'équation $r + f(x, y, z, p, q, s, t) = 0$; la méthode de Darboux revient à définir à l'aide de trois fonctions de cette forme une transformation ramenant l'équation à une équation du premier ordre : les considérations développées par l'Auteur permettent d'envisager une généralisation de la méthode de Darboux.

12. M. *André Roussel* applique à l'intégrale

$$\int (x, y, y', y'')\,dx$$

la méthode d'adjonction dont il s'est déjà servi. En substituant à la figurative son plan tangent, puis à une courbe introduite par l'intégration sa propre tangente, il parvient à définir des cas où une extrémale fournit effectivement un extremum.

Géométrie. — 1. Utilisant la notion de première courbure associée, en V_n, à une série de directions sortant des points d'une ligne l' en V_n, M. *Enea Bortolotti* généralise les résultats de Tchebychef sur l'habillage des surfaces, et il caractérise par des formules à doubles signes le parallélisme de Clifford et celui de Lobatschewsky.

2. M. *André Weil* montre que sur toute variété simplement connexe, à courbure partout négative ou nulle, on peut écrire la relation $4\pi S \leqslant L^2$, établie par M. Carleman pour les surfaces minima.

3. Etendant ses résultats antérieurs, M. *Alfred Rosenblatt* étudie les variétés algébriques ∞^3 dont les genres sont tels que $Pg \leqslant 3(pg - pa - 3)$; si elles possèdent un faisceau de genre $\geqslant 2$ de surfaces, et si une certaine inégalité est vérifiée, elles possèdent encore des congruences de courbes d'irrégularités bien déterminées.

Géométrie différentielle. — On sait que M. G. Darboux a montré comment on peut déduire d'un système conjugué tracé sur une surface une suite, en général illimitée de systèmes conjugués tracés sur d'autres surfaces. M. *Paul Mentré* suppose que la surface initiale est déformable projectivement ; il montre que la suite ne peut s'arrêter que sur une droite, ce qui le ramène aux réseaux de Kœnigs.

Géométrie infinitésimale. — 1. M. *Tzitzéica* énonce diverses propositions sur les congruences de M. Goursat, et, notamment, des théorèmes de permutabilité.

2. Reprenant la définition de l'aire d'une surface, due à M. Lebesgue, M. *Léonida Tonelli* montre comment on peut en déduire une théorie de la quadrature des surfaces courbes analogue à celle de la rectification des courbes ; il introduit à cet effet des concepts de fonctions $f(x, y)$ à variation bornée ou absolument continue, dans un sens un peu différent de la signification usuelle.

3. Les équations de Codazzi sont linéaires en D, D', D'' ; par suite, si l'on en connaît deux solutions distinctes (E, F, G étant donnés) toute combinaison à coefficients constants de ces solutions satisfera aussi aux équations précédentes, et l'on pourra se proposer de choisir les constantes de manière à satisfaire à l'équation de Gauss : telle est la méthode qu'emploie M. *Bertrand Gambier* pour rechercher des surfaces admettant un ds^2 donné ; et il en déduit d'élégantes propriétés des surfaces ainsi obtenues.

Mécanique céleste. — Tenant compte de la différence entre la définition donnée par Newcomb pour la longitude du périhélie et la définitition classique, M. *Jean Chazy* montre que les calculs de Le Verrier, de Newton et de Doolittle, sur le mouvement du périhélie de Mercure, conduisent à des résultats pratiquement identiques.

Mécanique des fluides. — 1 et 2. Utilisant un théorème qu'il avait établi autrefois, M. *S. Zaremba* montre qu'on peut substituer aux problèmes de Dirichlet et de Neumann de nouveaux problèmes dont la possibilité n'est subordonnée à aucune espèce de conditions de régularité à la frontière. Dans le même ordre d'idées, M. *Georges Bouligand* montre comment on peut établir par cette voie, la continuité d'ordre zéro des mouvements intérieurs.

Hydrodynamique. — 1. M. *B. Finzi* appelle liquide visqueux tout milieu continu dont les équations du mouvement sont celles de Navier et Poisson ; supposant la vitesse du liquide nulle à l'infini (d'ordre assez grand) et le mouvement du liquide permanent par rapport à un solide immergé, il constate que la dissipation de l'énergie est nulle dans le mouvement du solide : les équations précédentes ne peuvent donc caractériser — avec les hypothèses faites — le mouvement d'un liquide visqueux naturel.

2. Poursuivant ses recherches sur le problème des cavitations, *M. Riabouchinski* montre, notamment, que les cavités sphériques ou cylindriques sont les seules pour lesquelles

Digitized by Google

la surface de pression nulle se confond avec des surfaces équipotentielles.

Elasticité. — M. *L. Lecornu* reprend le problème de la meule tournante, en la supposant actuellement trouée en son centre ; les surfaces cylindriques limites sont supposées engendrées par un arc d'ellipse (très aplati) ce qui rend les calculs abordables. Le trou étant supposé petit, l'effort de rupture, par fissuration méridienne est de la forme $0,8\,\rho\,V^2$, ρ étant la densité et V la vitesse périphérique. Si la meule n'était pas perforée, l'effort maximum, atteint alors au centre aurait une valeur deux fois moindre.

Astronomie. — M. *Maurice Hamy* poursuit l'étude des intégrales définies qui s'introduisent dans sa théorie de la réfraction des images solaires. Leur calcul est difficile, mais conduit à des vérifications précieuses au point de vue pratique.

Electrodynamique. — M. *Henri Malet* étudie certaines expressions invariantes qui se présentent dans la théorie de la transformation de Lorentz ; il remarque notamment qu'on ne peut pas parler des énergies intrinsèques relatives à deux systèmes en mouvement mais de leur énergie mutuelle.

Calcul des probabilités. — Pour calculer la probabilité qu'un écart soit compris entre $-l$ et $+l$ on se sert habituellement de formules approchées, du type exponentiel. Se plaçant dans le cas du jeu de pile et face, M. *Mirimanoff* donne une évaluation remarquable de l'erreur commise dans les formules en question.

René GARNIER.

Chimie Physique

La structure du caoutchouc. — De nombreuses recherches ont été faites, depuis fort longtemps, en vue de déterminer la cause de l'élasticité remarquable du caoutchouc. M. Paul Bary en a donné (*Revue générale des colloïdes*, août, septembre 1925) un exposé très clair, auquel nous empruntons les données qui suivent.

Le caoutchouc n'est pas la seule substance qui possède le genre d'élasticité que l'on connaît ; il partage cette qualité avec toutes les gelées en général et certaines d'entre elles lui sont comparables par la grandeur de l'allongement élastique qu'elles peuvent fournir, bien qu'elles soient loin de présenter la même résistance à la rupture. C'est le cas, par exemple, de la gelée gonflée de glycérine insolubilisée ensuite par l'aldéhyde formique.

Les gelées étant formées d'au moins deux corps distincts, associés plus ou moins intimement l'un à l'autre, de nombreux auteurs ont admis une structure analogue pour le caoutchouc : il comprendrait deux corps, l'un solide, l'autre visqueux, capables de se déplacer l'un par rapport à l'autre sous l'influence des déformations que l'on fait subir à la masse totale, par allongement ou par écrasement.

M. P. Bary classe les hypothèses faites en 4 catégories :

1° Hypothèse des sphéroïdes ;
2° Hypothèse isocolloïdale ;
3° Hypothèse réticulaire et cellulaire ;
4° Hypothèse de la solution solide.

Hypothèse des sphéroïdes. — A la suite de nombreuses recherches. Fessenden remarqua que, lorsque deux substances sont mélangées mais non dissoutes, le produit résultant est beaucoup plus élastique que chacun des composants du mélange. Dans le cas du caoutchouc, dit-il, on trouve deux substances : l'une semblable à la corne, dure, élastique, mais très peu extensible, l'autre, pareille à une mélasse très épaisse, ou à une asphalte molle, ou à du brai de stéarine. Cette théorie a permis notamment de rendre compte des faits observés dans les déformations temporaires qu'éprouve le caoutchouc par le laminage, connues sous le nom de *grain de calandre* : un caoutchouc, après avoir été mis en feuilles à la calandre, a tendance à se rétracter et à augmenter légèrement d'épaisseur ; si, comme il arrive ordinairement, la feuille de caoutchouc est roulée à la sortie des cylindres, le raccourcissement ne peut avoir lieu, mais le travail intérieur se poursuit néanmoins et la matière se trouve soumise à des efforts internes qui peuvent être assez importants. Le caoutchouc qui était, avant le calandrage, une substance isotrope est devenu anisotrope par cette opération, ainsi qu'on a pu le constater en examinant, au microscope polarisant, de minces feuilles de caoutchouc calandrées.

Hypothèse isocolloïdale. — On donne le nom d'isocolloïde à des systèmes colloïdaux contenant deux phases de même constitution chimique élémentaire, ne différant entre elles que par leur degré de polymérisation ; l'hypothèse basée sur ce genre de structure se rapporte soit à une dispersion de granules solides dans un milieu solide visqueux où liquide, soit à une dispersion de granules liquides ou visqueux dans un milieu solide, ce dernier genre de dispersion étant parfois considéré comme typique des gelées.

Dans cette hypothèse, qui semble abandonnée aujourd'hui, le caoutchouc est supposé formé de deux ou plusieurs substances dont la composition élémentaire répond à la formule $C^{10}\,H^{16}$ à degrés de polymérisation différents.

Cette constitution très simple, probablement trop simple, pense M. Bary, ne semble pas de nature à éclaircir les points obscurs des propriétés mécaniques du caoutchouc.

Hypothèse réticulaire et cellulaire. — On attribuait autrefois au caoutchouc une structure cellulaire analogue, par exemple, à celle du bois ou du coton, ou des substances végétales ou animales en général ; il était considéré comme une substance vivante et comme telle formée de cellules. Les traitements mécaniques violents qui détruisent ces cellules, ou l'agitation prolongée d'une solution de caoutchouc qui produit la rupture des cellules trop fortement gonflées de solvant, étaient considérées comme destructeurs de la vie dans cette matière et l'on disait que le caoutchouc était *tué* dans ces opérations, dont il sortait, en effet, complètement transformé et privé de ses qualités principales.

J. Duclaux a réussi à séparer d'une solution de caoutchouc, laissée en repos pendant plusieurs années, deux constituants distincts : l'un solide, insoluble dans les solvants habituels du caoutchouc, l'autre semi-liquide, ou liquide, en beaucoup plus grande quantité que le premier. Pour montrer comment ces deux constituants peuvent, par leur ensemble, former le caoutchouc avec ses propriétés élastiques, il a supposé que la partie solide formait un réseau à mailles serrées dans lesquelles était emprisonnée la partie fluide dont les molécules trop grosses ne pouvaient sortir des mailles qui les enfermaient.

Un pareil système se rapproche, comme le dit M. Duclaux d'un système cellulaire, puisque les intervalles, compris entre les mailles du réseau sont, comme les cellules, fermées de toutes parts pour la matière qu'ils contiennent ; par contre, la porosité de ces parois permet le passage de liquide à molécules plus petites qui provoquent le gonflement.

Hypothèse de la solution solide. — Elle consiste à supposer que les gelées ne sont autre chose que des solutions d'un liquide dans une substance colloïdale de forte polymérisation et, par conséquent, solide. Si nous prenons une

Digitized by Google

bande de gélatine sèche et que nous la trempions dans de l'eau froide, nous la voyons se gonfler d'eau et augmenter dans toutes ses dimensions qui passent de 1 à 2,5 et parfois plus. La molécule élémentaire de la gélatine est volumineuse, la polymérisation, l'ant ces molécules en chaînes sans doute très longues, rend la gélatine comme d'autres colloïdes qu'on pourrait prendre comme exemple, analogue à un feutre de mauvaise qualité dans lequel il y aurait soudure des fibres entre elles en de nombreux points. La dissolution de l'eau dans une telle masse, qu'il y ait ou non une solvatisation et qu'elle soit plus ou moins complète, rend le système analogue en tout point au dispositif réticulaire dont nous parlions plus haut ; les mailles de ce réseau étant de dimensions d'ordre moléculaire, l'eau y est retenue avec une grande force à laquelle s'ajoute celle de l'affinité, s'il y a combinaison partielle, comme cela est probable dans le cas de la gélatine et de l'eau.

Ne peut-on supposer, écrit M. P. Bary, que le caoutchouc naturel soit ainsi formé d'un réseau de matière de forte polymérisation, imprégné d'une matière sensiblement moins rigide, moins polymérisée qui, sous les efforts considérables dus à la traction ou à l'écrasement, flue entre les mailles de ce réseau avec une lenteur assez grande pour exiger un temps long avant d'atteindre l'équilibre. Cette hypothèse se rapproche de celle des réseaux dont il était question plus haut, elle s'en distingue néanmoins en imposant au réseau des dimensions moléculaires et en accordant aux deux composants une affinité chimique qui les maintient liés l'un à l'autre et qui exclue la possibilité de séparation par simple pression, comme on chasserait l'eau d'une éponge mouillée.

Réalité des deux composants du caoutchouc. — De nombreuses expériences ont été faites pour mettre en évidence la présence de deux constituants dans le caoutchouc. Les plus récentes indiquent que la proportion du constituant insoluble est de l'ordre de 3 à 4 %. D'après O'Weber, la composition des constituants solubles correspond à $C^{10}\ H^{16}$ et celle des constituants insolubles à $C^{30}\ H^{58}\ O^{10}$. La partie insoluble serait le résultat, soit d'une oxydation du caoutchouc, soit d'une hydratation :

$$C^{30}\ H^{68}\ O^{10} = 3\ C^{10}\ H^{16} + 10\ H^2\ O.$$

D'autres expérimentateurs ont récemment déduit de leurs analyses que le résidu insoluble devait être formé de protéines contenues dans le latex, qu'on ne peut éliminer complètement.

Conclusion. — « Nous ne pensons pas, conclut M. P. Bary, qu'on puisse concevoir la structure du caoutchouc autrement que réticulaire si on veut expliquer les transformations successives qu'on peut lui faire subir..... « Pour nous, le caoutchouc est une matière qui se polymérise très progressivement avec une vitesse dépendant de la température. Il existe pour chaque température un degré moyen de polymérisation qui augmente quand la température baisse et diminue quand elle s'élève, l'équilibre dans chaque cas n'étant atteint que fort lentement : les déplacements moléculaires, qui sont nécessaires pour que la réaction d'addition se produise, ne pouvant être que fort peu rapides dans un milieu aussi visqueux.

« Il existe donc une température, ni trop basse, ni trop élevée, à laquelle le caoutchouc possède les qualités élastiques que lui confère une structure formée d'un réseau de caoutchouc fortement polymérisé, imprégné de caoutchouc de polymérisation plus faible, dont les molécules déjà grosses ont néanmoins une certaine mobilité.

« On doit admettre également que le travail mécanique, qui produit la rupture des chaînes moléculaires du réseau, est un commencement de dépolymérisation ; les efforts mécaniques modérés, comme l'allongement du caoutchouc, forçant la matière interréticulaire de moindre polymérisation à fluer entre les mailles, dépolymérisent cette matière, qui gagne progressivement en fluidité. C'est la cause de l'augmentation lente de l'allongement final, ainsi que de son retour en arrière qui doit durer le temps utile pour que la repolymérisation partielle se produise. »

A. Bc.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Durée des roues en acier sous les tropiques. — On a remarqué qu'en laissant une paire de roues dans le sable sous les tropiques, au bout de quelques semaines, il y avait des corrosions importantes sur les parties en contact avec le sable, et des roues ayant à peine un mois de service présentaient des aplatissements. Il fallait pour les enlever tourner les roues, mais après tournage, on constatait que le métal aux places aplaties était devenu spongieux et manquait de résistance. On constata également que les roues tenues dans un hangar humide ne donnaient pas les mêmes résultats que les roues de la même fabrication disposées immédiatement sur les essieux par le fabricant. Il ne faut pas laisser les roues exposées en plein air et surtout à l'air salin des ports et quand on ne peut les mettre en service immédiatement à leur arrivée, il faut les mettre en stock sur des rails dans un endroit sec. (*Iron and Coal Trades Review*, 27-11-25.)

E. P.

Chimie Industrielle

Traitements des goudrons de houille et de lignite. — Nous avons déjà donné quelques explications sur la distillation des goudrons, particulièrement des goudrons de lignite. Nous nous proposons actuellement de nous borner à une revue rapide des traitements industriels en usage pour les goudrons de houille.

Une remarquable étude de M. E. Langrogne, Ingénieur en Chef des Mines, et de M. W. Boulin (n° 24 de *la Technique Moderne*, 1924) sur l'Industrie des sous-produits de la houille, nous donne d'ailleurs, sur ce sujet, des renseignements précis.

Il est inutile de rappeler que le goudron est une substance complexe dont la composition varie beaucoup avec le combustible et les fours où il est traité.

Le goudron d'usine à gaz diffère de celui des fours à coke et ces goudrons sont très éloignés de ceux qui résultent des carbonisations à température plus ou moins basse. Ces dernières opérations sont encore exceptionnelles en France, de sorte que l'on ne sait pas encore très bien tirer le meilleur parti de la richesse des goudrons obtenus à basse température (1). Nous ne parlerons donc que du goudron des cokeries.

La distillation du goudron déshydraté laisse du *brai* dans la cornue et permet de recueillir des huiles, lesquelles essorées ou filtrées donnent :

des huiles de diverses caractéristiques ;

(1) On trouverait quelques indications utiles dans notre livre « Les Lignites » Gauthier-Villars, éditeurs.

Digitized by Google

de la naphtaline;
de l'anthracène.

On vend souvent, après séparation des produits cristallisables, les huiles, dites claires, dont on peut tirer, d'ailleurs, des phénols, de la pyridine et une foule de produits chimiques.

Il existe deux catégories d'appareils distillatoires pour le goudron : les appareils de distillation discontinue et les appareils continus.

Distillation discontinue. — La distillation discontinue est de beaucoup la plus employée parce qu'elle est simple, particulièrement dans des chaudières verticales munies d'agitateurs mécaniques et d'injecteurs de vapeur pour éviter le dépôt et la surchauffe du brai.

La déshydration préalable du goudron s'opère dans un appareil indépendant ou dans un cylindre placé au-dessus de la chaudière et chauffé par les vapeurs dégagées du goudron.

Des déshydrateurs indépendants à fonctionnement continu sont en service à Carmaux et à Moyeuvre.

La récolte du brai — et notamment sa reprise en fosse — est une opération assez difficile pour que certains constructeurs aient proposé de couler le brai dans des moules afin d'obtenir des blocs d'un chargement facile.

Distillation continue. — Dans ces appareils, l'écoulement du brai est continu et des échangeurs de température réchauffent le goudron froid aux dépens de la chaleur de ce brai qui se trouve ainsi refroidi.

Le procédé Raschig fonctionne à Ludwigshafen, à Pont-à-Vendin, Nœux et Béthune; le procédé Abder Halder, plus simple et plus récent, aux usines de Nomeny; il existe, en outre, quelques installations du procédé Sulzer en Suisse et en France.

La distillation des goudrons de houille semble ainsi résolue par une série de procédés modernes susceptibles de donner satisfaction aux industriels.

Il en est autrement de la distillation des goudrons de lignite, particulièrement des goudrons primaires obtenus par carbonisation à basse température.

En présence des difficultés que l'on rencontre dans ces opérations, on peut se demander s'il ne vaudrait pas mieux traiter immédiatement les vapeurs goudronneuses à la sortie même des cornues de carbonisation, par exemple suivant le procédé Prudhomme, pour obtenir directement et sans passer par le goudron, la série des produits que l'on obtient actuellement en distillant le goudron après sa condensation, puis en traitant d'une manière catalytique ou autre, les produits bruts de distillation.

Il semble que, dans cette voie, qui conduit d'ailleurs à une économie de calorique, on puisse obtenir le maximum de produits utiles.

Edmond MARCOTTE.

Agriculture

Le cassis, sa production en France. — Le voyageur qui se rend de Paris à Lyon ou à Marseille ne manque pas de remarquer les immenses étendues plantées en cassis des environs de Dijon. Mais se doute-t-il que la production française de cassis a atteint 12 millions de kilogrammes en 1925, qu'elle s'accroît rapidement et qu'elle n'a pris naissance qu'en 1841? Outre la Côte-d'Or qui produit 1.500.000 kilogs de cassis renommé, il y a l'Oise qui la distance avec plus de 2 millions de kilogs, enfin le Loir-et-Cher produit plus d'un million de kilogs. Le prix des cent kilogs de fruits a atteint 260 à 425 francs en 1925. M. J. Vercier, professeur d'horticulture de la Côte-d'Or, qui vient de publier un important manuel sur le cassis et sa culture, estime à plus de 4.000 francs par hectare le bénéfice qu'elle donne. La production d'un hectare est comprise entre 2.000 et 5.000 kilogs. Un hectare contient environ 4.500 pieds de cassis plantés à 1 m. 50 de distance, sur un sol soigneusement travaillé, entretenu et fumé.

On utilise les fruits, et aussi les feuilles de cassis que l'herboristerie achète comme diurétique, au prix de 6 à 8 francs le kilogramme (sèches). Mais c'est la production des fruits qui justifie la culture de cet arbuste. Ils sont exportés en Angleterre en quantité importante. Mais, en France même, ils donnent lieu à une importante industrie fondée par Lagoute en 1841. La seule ville de Dijon compte près de 30 distilleries produisant 24.000 hectolitres de liqueur de cassis.

La consommation, et par suite la production de liqueur de cassis, a baissé en France à partir de 1888 et de 1896 (concurrence de certains quinquinas); mais elle a repris et dépassé de beaucoup le maximum de 1888.

La fabrication de la liqueur de cassis consiste essentiellement dans une macération des fruits écrasés dans de l'alcool. La teinture alcoolique obtenue est additionnée de sucre. On cherche à aboutir, en fin d'opération, à un titre alcoolique de 32 à 36°. Cette macération est faite dans des cuves ouvertes, et les fruits ne baignant pas entièrement dans l'alcool, il se produit une fermentation, puis après un mois environ, on soutire le liquide qui servira à la fabrication de la *crème de cassis*, par addition d'un sirop de sucre. Sur les fruits déjà macérés on ajoute une deuxième fois de l'alcool et cette deuxième macération donnera le *cassis ordinaire*. On fait par une troisième macération le *petit cassis* qu'on termine par un pressurage de la pulpe.

Dautres procédés consistent à laisser la fermentation plus active en mettant, tout d'abord, moins d'alcool sur les fruits écrasés.

L. R.

Industrie agricole

L'état actuel de l'industrie sucrière française. — La consommation française du sucre a atteint en 1925 la quantité de 837.000 tonnes, représentant une valeur supérieure à deux milliards de francs; cette consommation tend d'ailleurs à augmenter chaque année, ce qui se justifie par la grande valeur alimentaire du sucre.

Au moment où le pouvoir d'achat du franc tend à diminuer, il est intéressant de constater que la France est susceptible de satisfaire presque entièrement ses besoins en sucre et même que d'ici peu elle pourra songer à l'exportation. C'est ce qu'a démontré M. Saillard, Ingénieur-Agronome, Directeur du Laboratoire de Recherches du Comité central des Fabricants de Sucre de France (1), auquel nous empruntons la plupart des renseignements qui vont suivre.

Dans la production du sucre, on peut distinguer trois phases : la culture de la graine de betterave, la culture de la betterave, la fabrication du sucre.

La graine de betterave. — Avant la guerre, les cultivateurs français employaient surtout des graines étrangères (dans la proportion de 74 % environ). L'importation provenant d'Allemagne, d'Autriche et de Russie fut arrêtée pendant la guerre et, à un moment, la France faillit manquer de graines de betterave malgré ses besoins réduits à cette époque. Une campagne vigoureuse fut menée pour la sélection et la production de cette semence en France. Les résultats en sont fructueux

(1) *Académie d'Agriculture;* séance du 5 mai 1926.

Digitized by Google

puisque, à l'heure actuelle, 80 % de la graine ensemencée dans notre pays est d'origine indigène.

Les producteurs étrangers ont une tendance à affirmer qu'est est impossible de produire en France de bonne graine de betterave. M. Saillard détruit cette légende au moyen de trois arguments :

Le premier résulte des essais culturaux effectués sous le contrôle de la Commission des graines de betterave pour comparer les principales variétés françaises et étrangères. Les essais ont été faits dans 13 fermes, sur 16 variétés, dont 9 françaises et 7 étrangères. Dans le classement par ordre de richesse saccharine comme dans celui par ordre de production du sucre à l'hectare, les variétés françaises se mêlent aux variétés étrangères.

Le second argument est un résultat d'ordre pratique. Chaque semaine le laboratoire du Comité Central des Fabricants de sucre analyse les betteraves provenant de 31 fermes. M. Saillard compare deux périodes : les 10 années d'avant la guerre où les variétés étrangères étaient dominantes, et les 6 dernières années (1920-25) où l'emploi des graines indigènes est prépondérant.

En moyenne, les quantités de sucre par hectare sont les mêmes dans les deux périodes, bien que le nombre de pieds par hectare soit plus faible actuellement qu'en 1914. Quant à la richesse en saccharine elle a été d'environ 0,6 % plus élevée dans la dernière période.

De leur côté, les statistiques du Ministère des Finances confirment ces constatations : la quantité de sucre industriel produit par hectare est la même dans les 6 dernières années que pendant les 10 années 1920-25. En outre, la quantité extraite pour 100 kgr. de racines est plus élevée maintenant d'environ 0 kgr. 400.

La culture de la betterave. — L'ensemencement en betteraves de sucrerie représentait 210.000 hectares avant la guerre; en 1924 il était de 214.000 hectares et en 1925 il atteignait 214..600 hectares.

La répartition de cette culture entre les divers départements a subi une modification. Les départements gros producteurs (Aisne, Nord, Somme, Pas-de-Calais) ont vu diminuer les emblavements d'environ un tiers pour leur ensemble; ils ne comptent plus que pour 47 % au lieu de 66 % dans la surface totale consacrée à la betterave de sucrerie. Au contraire, dans les départements de l'Oise, de Seine-et-Marne, du Loiret, de l'Eure et de la Seine-Inférieure, la culture de la betterave à sucre a pris une plus grande importance.

Les soins culturaux et les apports d'engrais que nécessite la betterave ont une heureuse influence sur les autres récoltes notamment sur celles des céréales; aussi ne peut-on qu'encourager la culture de la betterave partout où elle réussira. Elle peut être introduite dans le sud-ouest de la France (1) et même au Maroc (2).

La fabrication du sucre. — Pendant la guerre 145 sucreries furent sinistrées sur les 206 existant en 1914 : 130 d'entre elles eurent leur matériel complètement anéanti et les bâtiments de 90 fabriques furent entièrement détruits (3).

Actuellement, l'industrie sucrière est reconstituée avec 110 usines. 50 sucreries nouvelles ont remplacé celles qui étaient détruites; mais la diminution du nombre des usines est compensée par leur plus grande capacité de travail et par leur meilleure installation; la production moyenne par usine atteint maintenant 6.182 tonnes de sucre par an, au lieu de 4.120 tonnes avant la guerre.

Sur le marché mondial, la France (y compris ses colonies) occupe actuellement le 6e rang avec 4 % de la production mondiale, alors qu'elle était classée 7e avant la guerre avec 4,7 % (1) et qu'elle était tombée au 11e rang en 1918-19 avec 1.3 %. Les États-Unis et leurs dépendances, notamment Cuba, tiennent la première place, avec plus du tiers de la production mondiale; l'ensemble des colonies anglaises se classe ensuite avec 16 %.

P. NOTTIN.

(1) Vidal, *Bull. Association Chimistes de Sucrerie*, t. XXXVII, (1920), p. 371.

(2) *Bull. Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 124e année, (1925), p. 745.

(3) Nottin, *Bull. Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, t. CXXXII, (1920), p. 103.

(1) La Russie, classée 4e avant la guerre, a été démembrée et son industrie a souffert de sa situation intérieure. Russie et Ukraine ne représentent plus que 2 %.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Juin 1826

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Buhl.* — **Sur l'intégration des équations de Maurer par des séries de fonctions homogènes.**

— *Armand Cahen* (transm. par M. P. Appell). — **Sur les équations différentielles du premier ordre linéaires par rapport à la fonction et à la variable.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Renato Caccioppoli.* — **Sur les fonctionnelles linéaires.**

— *M. Lusin* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur un exemple arithmétique d'une fonction ne faisant pas partie de la classification de M. René Baire.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *A. Tychanoff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les espaces abstraits.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Henri Bénard* (prés. par M. Brillouin). — **Sur l'inexactitude, pour les liquides réels, des lois théoriques de Harman relatives à la stabilité des tourbillons alternés.**

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Ch. Maurain* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur les relations entre les perturbations magnétiques terrestres et l'activité solaire.**

L'auteur a étudié les relations entre les perturbations du champ magnétique terrestre et l'activité solaire d'après les observations des 41 années 1883-1923, enregistrées aux observatoires du Parc Saint-Maur ou du Val Joyeux. Dans ces 41 années, il y a eu 855 journées à perturbation, soit 5,7 pour 100 du nombre total des journées. La répartition moyenne de l'activité solaire autour des journées à perturbation magnétique a présenté une variation très nette; l'activité solaire moyenne passe par un maximum qui est d'environ deux jours et demi avant les journées à perturbation magnétique. Si on peut mettre en évidence une relation entre l'agitation magnétique et l'activité des taches, il n'en est pas moins certain que beaucoup de perturbations magnétiques ne peuvent être reliées à l'apparition d'aucune tache solaire.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **Note préliminaire sur un aérolithe découvert dans le département de la Côte-d'Or et, à ce propos, remarques sur la classification et la nomenclature des chondrites.**

Cette météorite a été recueillie vers 1890 au Tertre, en Villedieu, à une date qui n'a pu être fixée. Elle fait aujour-

Digitized by Google

d'hui partie de la collection du Muséum national d'Histoire naturelle. Son poids initial a dû être d'environ 14 kilos; sa forme est celle d'un trièdre irrégulier et allongé. L'examen microscopique met en évidence les caractères des chondrites. A ce sujet l'auteur donne quelques explications sur la classification des chondrites qu'il divise en trois sous-groupes, très voisins au point de vue chimique : pyroxénique, pyroxéno-péridotite et péridotique. La météorite du Tertre est une chondrite pyroxéno-péridotite mégasidérifère. Sur une surface polie, le fer nickelé apparaît abondant, englobant les silicates et moulé par la pyrrhotite, mais l'examen métallographique fait voir, en outre, qu'il renferme des plages micrographiques de pyrrhotite : la cristallisation du sulfure s'est donc prolongée plus longtemps que celle du métal.

AVIATION. — *Garsaux* (prés. par M. Charles Richet). — **L'approvisionnement des avions en oxygène.**

Les bouteilles d'acier contenant l'oxygène nécessaire aux aviateurs sont d'un poids relativement considérable. Pour obvier à cet inconvénient, l'auteur a réalisé un appareil permettant d'emporter les quantités de gaz plus grandes sous un volume et un poids moindres. A cet effet, il emploie l'oxygène liquide qu'il enferme dans une bouteille genre Thermos, mais où le verre est remplacé par du métal. La bouteille comporte deux parois entre lesquelles on fait le vide de manière à la rendre le plus possible étanche à la chaleur. Pour maintenir un vide constant et suffisant, elle est émaillée. Le dégagement du gaz est assuré par un réchauffement obtenu au moyen d'une lampe en quartz, l'intensité du courant électrique étant réglée par un rhéostat commandé par un curseur qu'actionne une capsule barométrique, de sorte qu'il peut y avoir finalement un dégagement de chaleur inversement proportionnel à l'altitude.

Si le poids mort des bouteilles d'acier, à gaz comprimé, est représenté par 10, il sera, pour une même quantité d'oxygène liquide, représenté par 1.

MOTEURS A EXPLOSION. — *Dumanois* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur l'effet retardateur d'inflammation produit par les corps dits antidétonants.**

Quelle que soit l'hypothèse que l'on adopte sur le rôle des antidétonants dans la destruction de l'onde explosive, on est conduit à leur attribuer un véritable rôle de retardateur d'inflammation. Les expériences faites par l'auteur le conduisent à conclure qu'une fois l'onde explosive éteinte, pour reculer la limite pratique de compression, dont la limite idéale est celle produisant l'allumage par compression adiabatique, on peut, à défaut de procédés mécaniques consistant à améliorer le refroidissement des points chauds, qui seuls donneront la solution rationnelle du problème, atténuer légèrement les effets de l'allumage prématuré en mélangeant au combustible un corps retardataire d'allumage.

ÉLECTRICITÉ. — *L. Cagniard* (prés. par M. A. Cotton). — **Emploi de l'électromètre à quadrants dans les mesures de précision en haute fréquence.**

Dans les mesures de précision l'auteur a étudié le remplacement des lampes amplificatrices par un électromètre à quadrants; il a pu obtenir une sensibilité considérable grâce à un montage particulier qu'il décrit.

Il résulte de ses recherches qu'avec le montage sans ré istance négative, c'est-à-dire avec un dispositif ne comportant comme amplificateur qu'un électromètre à quadrants du type Moulin, le spot est parfaitement stable à 1 mm. près et une variation du spot de 1 mm. correspond à une variation relative de capacité de l'ordre de $4{,}10^{-6}$.

MAGNÉTISME. — *R. Forrer* (prés. par M. Jean Perrin). — **Structure de l'aimant atomique. Déformation du multiple par le champ. Le triplet dans le fer.**

Dans une Note précédente (*C. R.*, 181, 1926, p. 1272) l'auteur a montré que l'aimant élémentaire du nickel est un doublet à angle droit. Ses nouvelles recherches montrent que l'aimant atomique du fer est très probablement un triplet trirectangle, et permettant de comprendre le cycle presque rectangulaire du fer électrolytique déposé dans un champ magnétique. La résultante du triplet est orientée dans le sens du champ. Les trois moments font le même angle avec le champ, ils sont renversés par une valeur unique du champ. La faible variation réversible est due au rapprochement commençant des composantes. L'interprétation donnée suppose essentiellement que les trois composantes du triplet interviennent par leur résultante au moment du dépôt, c'est-à-dire qu'elles sont contenues dans le même atome. La variation de l'aimantation dans les champs forts a toujours été trouvée réversible. Le rapprochement des composantes du multiplet magnétique est donc un phénomène intra atomique réversible.

OPTIQUE. — *F. Wolfers* (prés. par M. A. Cotton). — **Interférences par diffusion.**

Cette nouvelle Note donne la suite des recherches effectuées par l'auteur sur les franges supplémentaires attribuables à des interférences par diffusion (*C. R.* 178, 1924, p. 1704 et *J. Phys.*, 6, 1925, p. 354). Les résultats sont exposés dans un Tableau.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Dispersion de biréfringence électrique du camphre.**

L'auteur complète son étude antérieure sur la biréfringence électrique du camphre, par celle de la dispersion de cette biréfringence, en conservant le même principe de la méthode déjà employée (*C. R.* 1923, p. 380). Toutefois au lieu de soumettre le corps étudié à des champs interrompus, suivant la technique de Pauthenier, il a, cette fois, opéré avec un champ continu, permettant des mesures sur les raies de l'arc au mercure. Les recherches ont porté sur le camphre actif et sur le camphre inactif, dissous dans la ligroïne. Les résultats obtenus permettent à l'auteur de conclure que les biréfringences spécifiques des deux camphres sont sensiblement les mêmes. La dispersion est normale.

RADIOACTIVITÉ. — *H. Jedrzejowski* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la méthode de préparation de sources de RaB + RaC.**

On emploie ordinairement les deux méthodes suivantes : 1° Concentration du dépôt actif dans un champ électrique sur une surface de forme appropriée; 2° Condensation du Radon sur une surface métallique à l'aide de l'air liquide. Ce dernier procédé donne le meilleur rendement, soit 40 p. 100 pour une surface de 8 mm. de diamètre, rendement qui, du reste, décroît pour des ressources plus petites. L'auteur a construit un appareil, dont il donne une description et un dessin, lui permettant d'obtenir un rendement supérieur, sans nécessiter l'emploi de l'air liquide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Achalme* et *Jacques Achalme* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Influence de la viscosité sur le pouvoir rotatoire spécifique de certains corps actifs.**

Certaines anomalies ayant été constatées en suivant au polarimètre l'inversion du sucre par les acides en présence d'une forte proportion de glycérine, les auteurs ont recherché si ce fait pouvait être généralisé. Ils ont effectué deux séries d'expériences en utilisant l'acide tartrique en solution, dont ils font varier la viscosité au moyen d'une solution concentrée d'acide citrique qui est dépourvu de pouvoir rotatoire. Dans la première série d'expériences, la concentration en acide tartrique restait la même, mais la viscosité variait par suite de la dilution dans un mélange en quantités inégales d'eau et de solution saturée d'acide citrique. Dans la seconde série, la concentration variait, mais la viscosité était maintenue constante.

Les résultats obtenus montrent que la concentration en

Digitized by Google

matière active n'exerce aucune action directe sur le pouvoir rotatoire, mais agit indirectement en augmentant la viscosité du milieu.

— *Edmond Bauer* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la structure électrique des molécules, particulièrement des corps mésomorphes (fluides anisotropes).**

Des théories relatives aux propriétés des liquides anisotropes la plus satisfaisante est celle de M. Sorn dont voici les hypothèses fondamentales : 1° Les molécules de ces substances sont semblables à des bâtonnets très allongés. Elles possèdent un axe optique qui se confond avec leur axe d'allongement ; 2° Elles portent en outre un dipôle électrique dont le moment est très grand et parallèle à l'axe optique. L'auteur a cherché dans quelle mesure l'expérience pouvait confirmer ces hypothèses. La première a été établie par les travaux de J. Perrin et E. Friedel dans le cas des substances smectiques. Pour vérifier la seconde M. Bauer s'est basé sur la variation que subit dans un champ magnétique la constante diélectrique des corps nématiques. L'expérience l'a conduit à conclure que dans le cas des corps nématiques le moment électrique est perpendiculaire à la chaîne moléculaire, ou, du moins très légèrement incliné sur celle-ci.

— *P. Surun* (prés. par M. Béhal). — **Sur l'adsorption de quelques acides organiques par deux charbons actifs d'origine différente.**

Les deux charbons utilisés étaient des charbons activés l'un par Cl^2 Zn l'autre par la chaleur ; les corps essayés étaient les acides acétique, oxalique, tartrique et citrique. Les résultats, exposés dans un tableau, ne semblent pas s'accorder avec ceux qui ont été obtenus avec le charbon Urbain, par MM. Fromageot et Wurmser dont les conclusions sont infirmées par les déterminations de l'auteur, effectuées avec d'autres charbons et qui démontrent que la fraction moléculaire des acides organiques adsorbée est généralement d'autant plus faible que le nombre des fonctions CO OH dans la molécule d'acide est plus élevé, et ceci indépendamment des concentrations des solutions employées.

— *F. Bourion et E. Rouyer* (prés. par M. Urbain). — **Discussion des résultats obtenus dans l'étude quantitative de l'association du chlorure mercurique.**

Deux Notes précédentes publiées l'une par MM. Bourion et Rouyer, l'autre par M. G. Linhard, témoignaient d'une divergence dans les résultats obtenus, mais cette divergence n'est qu'apparente comme le montrent les auteurs en concluant qu'il y a équilibre entre les molécules simples et les molécules doubles de chlorure mercurique à 25° et 40° pour des concentrations ne dépassant pas $0^{mol}37$ (expériences de M. Linhart). Il y a équilibre entre les molécules simples et les molécules triples à 100° et pour des concentrations supérieures à $0^{mol}5$ (expériences de MM. Bourion et Rouyer).

— *E. Sterkers et R. Bredeau* (trans. par M. C. Matignon). — **Contribution à l'étude des réactions entre corps solides réduits à l'état colloïdal.**

Certains corps à poids moléculaire élevé, pratiquement insolubles et dont la combinaison se fait avec un faible dégagement de chaleur réagissent difficilement les uns sur les autres. Les auteurs ont tenté, avec succès, de résoudre cette difficulté en opérant avec des corps réduits à l'état colloïdal. Ils ont opéré avec un appareil, le « broyeur colloïdal » constitué par deux disques tournant à grande vitesse et en sens contraire ; ces disques sont munis de cloisonnement en chicanes qui obligent les particules à s'entre-choquer violemment. Cet appareil permet non seulement de réduire les corps à l'état de particules colloïdales, animées d'une grande vitesse, mais encore d'assurer un mélange parfait des corps, en présence d'un solvant approprié. Ils ont pu ainsi préparer sous la forme solide du résinate de chaux, de l'oléate de zinc et du stéarate de magnésie. Dans ces différents cas le cyclohexanol constitue un excellent solvant.

L. Franchet.

PHYSIOLOGIE. — *Charles Richet* et *P. Lassablière.* — **Effets protecteurs des injections salines préalables sur l'anesthésie chloroformique.**

Si l'on fait avant l'inhalation chloroformique l'injection veineuse d'une solution hypertonique de chlorure de sodium, il ne se produit pas de syncope cardiaque, pourvu que la quantité injectée soit suffisante. La résistance du cœur s'est énormément accrue puisque des quantités de chloroforme six fois plus grandes n'amènent ni syncope, ni même menace de syncope, chez des chiens injectés. Toutefois, les animaux injectés s'endorment beaucoup plus difficilement.

Dans le cas d'application à l'homme, ce sera aux chirurgiens à décider si une résistance plus grande à l'anesthésie générale compense une résistance plus grande à l'intoxication cardiaque.

— *Mme L. Randoin* et *R. Lecoq* (prés. par M. P. Viala). — **Les vitamines hydro-solubles B contenues dans la levure de bière existent-elles préalablement dans le milieu de culture?**

La levure de bière cultivée sur extrait de malt houblonné renferme en abondance les vitamines hydro-solubles B qui contribuent à assurer l'entretien et la croissance des animaux et qui préviennent et guérissent les crises de polynévrite. Le houblon ne possède pas ces propriétés physiologiques. Mais l'extrait de malt, utilisé dans le régime à la fois comme source de glucides et comme source exclusive de vitamines B, présente ces propriétés à un haut degré. Contrairement aux autres matières sucrées employées, il apporte avec lui la quantité de vitamines nécessaire à l'utilisation des glucides qu'il renferme (92 pour 100).

Les vitamines hydro-solubles B contenues dans la levure de bière existent bien préalablement dans le milieu de culture (malt).

— *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Pigments cellulaires et actions physico-chimiques.**

La vie d'un grain de chlorophylle est conditionnée par son équilibre osmotique et capillaire parce que, en définitive, il est une particule cytoplasmique pigmentée. Le pigment est un produit du métabolisme cellulaire, produit de défense, de protection, lié au sort de la matière vivante. Il s'évade des vacuoles acides et des foyers d'oxydation intense, comme les cellules sécrétrices ou les zones nucléaires ; effectivement, on ne l'y rencontre jamais. Il est adsorbé aux micelles et en suit le déplacement. De sorte que l'assimilation chlorophyllienne est une opération cytoplasmique exclusive du noyau.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *M. Mâchebœuf.* — **Influence du nickel et du cobalt sur l'action exercée par l'insuline, chez le lapin.**

Les auteurs font ressortir la possibilité d'amélioration qualitative et quantitative des préparations d'insuline par l'addition, en proportions convenables, de nickel et de cobalt.

BIOLOGIE. — *E. Bataillon.* — **Le processus membranogène et le développement régulier provoqués chez les œufs vierges d'Echinides par le seul traitement hypertonique.**

L'hypertonie suffit à provoquer sur les œufs vierges d'Echinides le processus membranogène et le développement régulier. C'est une technique générale, beaucoup plus simple que la méthode composite de Loeb, et elle donne des résultats aussi beaux. Si le soulèvement de la membrane prêtait à controverse dans le cas d'*Arbacia* étudié par Just, il n'en est plus de même quand on s'adresse aux œufs de *Sphærechinus*, *Psammechinus* et *Paracentrotus*.

Digitized by Google

BOTANIQUE. — *Alb. Frey* (prés. par M. Molliard). — **Sur les pigments du *Sterigmatocystis nigra*.**

Le *Sterigmatocystis nigra* forme deux pigments : 1° le *pigment noir* des spores bien connu, qui a été caractérisé sous le nom d'aspergilline par Linossier; 2° un *pigment jaune doré*, signalé par Milburn dans des cultures sur de la peptone acidifiée. L'auteur signale dans cette Note l'existence d'une *matière chromogène* qui apparaît comme le pigment jaune dans les cultures âgées où la fructification a été empêchée.

Le pigment jaune n'est pas, d'après M. Frey, un corps de transition, mais un pigment stable qu'on peut mettre en parallèle avec l'aspergilline, tandis que la matière chromogène serait un stade préliminaire du pigment noir.

—. *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. L. Mangin). — **L'hétérogamie des spores de Prêles et les caractères de sexualisation du cytoplasme.**

Sans affirmer dés maintenant la généralité de cette proposition, l'auteur pense que la valeur du rH intracellulaire est un caractère de sexualisation du cytoplasme ; dans une espèce, les cellules polarisées dans le sens ♀ ont un rH inférieur à celui des cellules polarisées dans le sens ♂.

Dans les Prêles et les Grégarines, si les différences de pH entre deux espèces voisines, au même stade d'évolution, paraissent faibles, les différences de rH sont plus appréciables. L'ensemble des diverses réactions montre, par la comparaison des spores du même sexe, que le rH intracellulaire des spores est plus faible pour *E. limosum* que pour *E. arvense*.

L'hétérogamie physico-chimique des spores de *E. limosum* est légèrement plus prononcée que dans l'autre espèce. En outre, on voit par les colorations vitales, que quand les spores de *E. limosum* ont des différences de tailles, les plus petites sont en majorité des ♂. Ainsi se trouve réalisé dans cette espèce un essai d'hétérogamie morphologique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Combes* et *R. Echevin* (prés. par M. Molliard). — **Variations des matières organiques, des matières minérales, et en particulier du calcium, dans les feuilles des arbres pendant le jaunissement automnal.**

Il ne paraît pas exister de loi générale relative au mouvement des matières minérales dans les feuilles des arbres en automne ; il peut y avoir appauvrissement ou au contraire enrichissement des feuilles suivant les espèces que l'on étudie.

Contrairement à l'opinion actuellement admise, le calcium diminue dans les feuilles au cours du jaunissement chez toutes les plantes étudiées sauf une, le *Corylus*.

L'ensemble des matières organiques paraît subir, par contre, dans les feuilles en automne, une variation qui se présente toujours dans le même sens. Chez toutes les plantes étudiées ces substances éprouvent une diminution appréciable, variant entre 5 /20 et 9 /20 de la quantité initiale.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Prophète* (prés. par M. Moureu). — **Contribution à l'étude des cires de fleurs : cire de Roses.**

L'auteur compare les différentes constantes observées chez la cire de rose avec celles des autres cires, cires de jasmin, de mimosa, d'œillet et d'orange. Les acides gras insolubles, séparés de l'insaponifiable, fondent à 56°-57°, possèdent un indice d'iode de 32, un indice de neutralisation de 129. Après un séjour de 6 mois dans un flacon bouché, 8 % des acides ont été oxydés. Les acides gras solubles forment une masse gluante, odorante, fondant à 57°-59°.

CRYPTOGAMIE. — *E. Chemin* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le développement des spores d'une Floridée endophyte : Colaconema Bonnemaisoniœ Batt.**

Les sporanges, dont le diamètre moyen est de 10 μ ne sont jamais segmentés ; ce sont des monosporanges. Les spores germent aussitôt après leur sortie et donnent un filament dans lequel tout le contenu de la spore se répand. Le filament se segmente et, vers le dixième jour, on peut compter de 4 à 5 cellules. Au bout de 18 jours, il peut comprendre une quinzaine de cellules parmi lesquelles des cellules remplies plus colorées apparaissent sur les côtés comme des monosporanges en formation. Cette Algue endophyte peut germer en dehors de son hôte habituel et vivre pendant quelque temps d'une vie indépendante, ce qui n'arrive pas chez *Colaconema reticulatum*.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (transm. par M. Matignon). — **Sur quelques influences physiques et chimiques dans l'hémolyse par les immunsérums hémolytiques.**

L'action des alcalis favorise d'abord l'hémolyse pour l'empêcher ensuite. L'influence des acides est moins nette. Les recherches de l'auteur ont surtout porté sur la formation du *complexe antigène-anticorps*, première phase de la réaction hémolytique.

La sensibilisatrice ou anticorps se fixe non seulement sur le stroma globulaire lié à l'hémoglobine, mais encore sur le stroma rendu libre artificiellement.

La fixation de l'hémolysine est indépendante de la forme histologique ; elle a lieu sur le précité protéinique qu'on obtient après dissolution des stromas dans des solutions étendues de $\frac{\text{Na OH}}{10}$, puis neutralisation par $\frac{\text{Hcl}}{10}$, centrifugation, lavage et remise en suspension dans la solution physiologique salée.

La formation du complexe antigène-anticorps semble se rapprocher beaucoup plus d'une combinaison chimique que d'un simple phénomène physique d'adsorption.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *J. Benoit* (prés. par M. Widal). — **Différenciations spontanées et provoquées dans les glandes génitales chez les Gallinacées.**

Il semble que les glandes sexuelles mâle et femelle, dépourvues de leurs cellules germinatives et devenues structuralement homologues, acquièrent, en même temps qu'une différenciation histologique semblable, une même différenciation physiologique. Leur action hormonique conditionnerait, dans l'un et l'autre sexe, le développement des mêmes caractères sexuels secondaires, qui se trouvent être ceux du Coq.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *René Fabre* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur un procédé spectrophotométrique d'étude de l'hémolyse.**

L'auteur suit la marche de l'hémolyse en dosant la quantité d'hémoglobine entrée en solution, aux différents stades de l'action hémolytique. Il substitue au dosage du fer de l'oxyhémoglobine, particulièrement long et délicat, un dosage de la matière colorante entrée en solution, par spectrophotométrie, méthode beaucoup plus sensible que la méthode de comparaison colorimétrique.

PROTISTOLOGIE. — *L. Mercier* et *Raymond Poisson* (prés. par M. F. Mesnil). — **Microsporidies parasites de Mysis (Crust. Schizopodes).**

La Microsporidie que les auteurs ont rencontrée chez de nombreux exemplaires de *Mysis spiritus* Norm. doit prendre place dans le genre *Nosema*. Ils l'appellent provisoirement *Nosema α*.

Ce *Nosema α* peut parasiter deux genres différents de *Mysis*. La spécificité parasitaire de cette Microsporidie pour l'hôte n'est donc pas absolue.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Edm. Plantureux* (prés. par M. Roux). — **Vaccin antirabique formolé.**

De tous les antiseptiques, le formol est celui qui altère le moins les propriétés antigènes de divers microbes et les

Digitized by Google

vaccins formolés ont, en outre, la réputation d'être peu toxiques et d'une longue durée de conservation. L'auteur indique le mode de préparation d'un vaccin formolé antirabique qui lui a fourni, au cours de ses expériences, des résultats satisfaisants. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des sciences. — M. P. Marchal a été désigné pour faire une lecture à la séance annuelle des cinq Académies, le 25 octobre prochain.

— La prochaine séance publique annuelle aura lieu le 13 décembre 1926.

— Sir Philip Watts, Correspondant de l'Académie pour la Section de Géographie et Navigation depuis 1918, est mort à Londres le 15 mars. Il était né à Greenwich le 30 mai 1846.

Attaché jusqu'en 1885 au Service de l'Amirauté, il était ensuite devenu chef du département naval de la maison Armstrong-Withworth, puis fut appelé en 1902 à la tête de la Section des Constructions navales de l'Amirauté.

Il a pris part à l'étude des premiers cuirassés à tranches cellulaires, a présidé à la construction de nombreux navires de guerre et, en 1904, avait fait mettre en chantier le *dreadnought* qui a rendu célèbre son nom. On lui doit également les plans des premiers *superdreadnought*.

Il a étudié spécialement le roulis des navires et son atténuation par le *Waterballast*; il a, d'autre part, élucidé l'importante question des rapports qui existent entre la vitesse d'un bâtiment et la profondeur de l'eau sous la quille.

— La Commission royale pour l'édition nationale des œuvres d'Alexandre Volta, à Milan, signale à l'Académie que, sur le point de terminer la publication qu'elle a entreprise, elle recherche tous les documents ou papiers de l'illustre physicien qui auraient pu, jusqu'à ce jour, échapper à ses recherches.

Union Géodésique et Géophysique internationale. — Le Conseil international de Recherches, réuni à Bruxelles en Assemblée générale extraordinaire, vient de voter à l'unanimité la suppression des dispositions prohibitives introduites en 1919 dans ses statuts à l'encontre des puissances centrales et pour leur en interdire l'entrée.

En conséquence, et comme il l'avait précédemment fait pour la plupart des États restés neutres dans la récente guerre, il a décidé d'inviter l'Allemagne, l'Autriche, la Bulgarie et la Hongrie à adhérer au Conseil et aux Unions scientifiques qui lui sont rattachées.

En même temps, pour assurer désormais une base stable aux budgets de ces divers organismes et sur la proposition de M. Ch. Lallemand, président de l'Union internationale de Géodésie et de Géophysique, il a voté sans discussion l'adoption du « franc-or » comme unité monétaire pour le calcul des cotisations statutaires à verser par les pays associés.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Besancon. — L'Académie a pris l'initiative de l'érection à Besançon de la statue du comte de Chardonnet, afin de perpétuer sa mémoire à titre de créateur d'une industrie mondiale, celle de la soie artificielle, dont la première usine fut fondée à Besançon en 1890. Aujourd'hui plus de 300.000 ouvriers et ouvrières sont occupées, dans le monde entier, par cette industrie.

Adresser les souscriptions à M. Darmancier, directeur de la Société de la Soie artificielle, aux Prés-de-Vaux, à Besançon (Doubs).

Mission permanente de la maladie du sommeil. — Le ministre des Colonies vient d'instituer au Cameroun une mission permanente de la maladie du sommeil. Elle sera dirigée par un médecin des troupes coloniales, spécialiste dans la question, et aura pour but de rechercher les foyers de trypanosomiase, d'étudier et de combattre la maladie. La mission aura à assurer le fonctionnement des services médicaux d'assistance et de prophylaxie; ses cadres se composeront, outre le chef de la mission, de 10 médecins, de 20 agents sanitaires européens et de 150 infirmiers, écrivains et interprètes indigènes.

M. le médecin-major de 1re classe des troupes coloniales Jamot est nommé chef de la mission.

Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions. — L'Office vient de réinstaller au quai Voltaire, en face le Louvre, le Péniche-Aquarium, dont le succès a été si grand lors de l'Exposition des Arts décoratifs. Rappelons que le Péniche renferme des bacs d'eau de mer artificielle, d'eau tropicale et d'eau douce froide permettant ainsi de présenter aux visiteurs une faune aquatique extrêmement variée.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le recteur de l'Académie de Paris vient de recevoir de M. Charles Stern une somme de 25.000 francs destinée à ceux des services de l'Université dont le budget est le plus pauvre.

Une partie de cette somme servira à améliorer l'outillage de six laboratoires de la Faculté des Sciences.

L'autre sera attribuée à l'Observatoire que l'Université de Paris possède à Nice : la situation de cet Observatoire est, en effet, devenue critique depuis que, par suite du relèvement des prix, les revenus des sommes léguées par son fondateur, M. Bischoffsheim, ne suffisent plus à couvrir les dépenses.

Il est à souhaiter que le geste généreux de M. Charles Stern trouve des imitateurs : c'est à cette condition seulement que nos savants pourront continuer à travailler et il serait lamentable que, faute de ressources, soient compromis et le bon fonctionnement des laboratoires les plus indispensables et la vie même du plus bel Observatoire de France.

— On sait que M. Albert Kahn, l'un des bienfaiteurs de l'Université de Paris, dont la générosité s'est manifestée à maintes reprises depuis 1898 par la création des bourses de voyage autour du monde, vient de mettre à la disposition de l'Université une somme de 100.000 francs pour l'attribution d'une nouvelle bourse en 1926. Le titulaire devait être désigné par une commission composée du recteur de l'Université de Paris, des représentants du Conseil de l'Université de Paris; de M. Raymond Poincaré, du maréchal Pétain et du baron Seillière, membres de l'Institut, des présidents des Chambres de Commerce de Paris et de Lyon, de M. Hovelaque, inspecteur général honoraire de l'Instruction publique, de M. Désiré Roustan, inspecteur de l'Académie de Paris, président de la Société « Autour du Monde ». Après avoir entendu les candidats dont les titres avaient été spécialement remarqués, cette Commission a désigné M. Dennery, élève sortant de l'Ecole normale supérieure. Dans sa séance du 12 juillet, le Conseil de l'Université de Paris s'est associé à l'unanimité aux conclusions de la Commission.

Faculté des Sciences. — M. Molliard, membre de l'Institut, doyen de la Faculté des Sciences depuis six années, se retire du décanat. Le Conseil a présenté, pour le remplacer : en 1re ligne, M. Maurain; en 2e ligne, M. Jean Perrin.

— La chaire de Physique théorique et Physique céleste

Digitized by Google

est déclarée vacante (10 juillet). Un délai de vingt jours a été accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

Soutenance de thèse. — M. Karautassis a soutenu, le 12 juillet, une thèse pour le doctorat ès-sciences, sur le sujet suivant : « Recherches sur les complexes des iodures stannique et stanneux. »

Muséum national d'histoire naturelle. — M. Bourdelle, professeur d'anatomie à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, est nommé professeur de mammologie et d'ornithologie, en remplacement de M. Trouessart, mis à la retraite.

Université de Lyon. — Le doyen de la Faculté des Sciences est autorisé à accepter le legs universel fait à ladite Faculté par le Dr Jean Brun, de Lyon. La succession comprend des immeubles qui seront aliénés et des titres de rentes.

Université de Montpellier. — La chaire de Chimie, de la Faculté des Sciences, a été déclarée vacante le 1er juillet.

La chaire de Clinique obstétricale de la Faculté de Médecine a été déclarée vacante le 1er juillet.

Université de Caen. — Le diplôme d'ingénieur-électricien-mécanicien a été décerné à quarante-deux élèves.

Université d'Aix-Marseille. — La chaire de calcul différentiel et intégral de la Faculté des Sciences a été déclarée vacante le 16 juillet. Un délai de vingt jours est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Index Generalis. — 1925-1926, publié sous la direction de R. de Montessus de Ballore. In-16 de 2200 pages. Éditions Spes, 17 rue Soufflot, Paris, 5e. — Prix : 100 francs.

Les relations intellectuelles entre les nations sont si fréquentes qu'il est indispensable de disposer d'un répertoire où se trouvent réunis tous les renseignements possibles sur les Universités, les Académies, les établissements scientifiques et littéraires du monde entier. Aucun ouvrage de ce genre n'existait en France avant la guerre. On doit remercier M. Montessus de Ballore d'avoir entrepris, au lendemain d'événements qui transformaient les peuples et remaniaient les cartes du monde, de donner un tableau complet des ressources qui s'offrent aux savants et de l'avoir sans cesse amélioré et complété.

L'édition actuelle de l'*Index Generalis* comprend deux parties. La première (environ 900 pages) concerne les Universités et les Écoles supérieures du monde entier; leurs organisations, les cours professés et les noms des professeurs sont indiqués avec tous les détails utiles. La seconde partie (800 pages) se rapporte aux Observatoires, aux Bibliothèques, aux Instituts scientifiques, aux grandes Académies, aux Sociétés savantes des divers peuples.

Le volume se termine par des tables très complètes, une table alphabétique des 50.000 personnalités scientifiques et littéraires citées dans l'index, et une table géographique par localité.

J. B.

Nomenclature des Journaux et Revue en langue française paraissant dans le monde entier. 5e édition. In-16 de 787 pages. Édité par l'Argus de la Presse, 37, rue Bergère, Paris.

La Nomenclature publiée par l'Argus de la Presse est aujourd'hui trop connue pour qu'il soit nécessaire d'en refaire l'éloge. Cette 5e édition, pour 1926-1927, donne plus de *dix mille* noms et adresses de périodiques qui se répartissent ainsi, en chiffres ronds : 80 quotidiens de Paris, 4.700 quotidiens et périodiques des départements et des Colonies, et 2.600 périodiques de langue française à l'Étranger. Cette brève énumération montre combien a été augmentée l'édition précédente qui se trouve ainsi plus que doublée.

L. Fr.

Documents historiques sur l'origine de la houille blanche, par Marcel Mirande. In-8° de 118 pages, avec pl. et carte en couleurs hors texte. Joseph Baratier, Grenoble 1925. — Prix : 20 francs.

Publié sous les auspices de la Société scientifique de l'Isère dont l'activité est bien connue, cet ouvrage n'a qu'un but et il le remplit, surabondamment, peut-on dire, celui de revendiquer pour Aristide Bergès l'idée de désigner par les termes houille blanche, l'énergie des cours d'eau : « De la houille blanche dans tout cela il n'y en a pas : ce n'est évidemment qu'une métaphore. Mais j'ai voulu employer ce mot pour frapper l'imagination et signaler avec vivacité que les glaciers des montagnes peuvent, étant exploités en forces motrices, être pour leur région et pour l'État des sources de richesses aussi sérieuses que la houille des profondeurs. » Ceci est extrait d'une intéressante notice publiée en 1889 par Bergès et dont M. Mirande pense que tous les exemplaires répandus dans le public ont été perdus, ce qui n'est pas très exact, ayant eu l'occasion d'en voir, soigneusement conservées dans les archives de familles dauphinoises. Ceci ne doit pas toujours faire oublier qu'il ne s'agit que des termes « houille blanche » et non de la première utilisation de l'énergie des hautes chutes, question toute différente.

L. R.

Les Véhicules Automobiles, par A. Boyer-Guillon, Chef de Service Principal au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers. In-8° de 378 pages avec 248 figures. (*Grandes Encyclopédies Industrielles.*) J.-B. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 60 fr.

M. Boyer-Guillon, qui a dirigé, au Conservatoire des Arts et Métiers, un grand nombre d'essais pour lesquels il a imaginé des appareils spéciaux, notamment un accéléromètre, a écrit, avec autorité, un livre clair et concis sur les véhicules automobiles. Il ne se laisse pas submerger par les détails; il insiste sur les particularités intéressantes et, avant tout, sur les principes; cela à l'aide de calculs simples. De même ses schémas, débarrassés des détails superflus, conviennent bien à un ouvrage didactique, et l'on voit que M. Boyer-Guillon n'est pas seulement un technicien émérite mais encore un bon professeur.

Tous ceux qui s'intéressent aux véhicules automobiles ont intérêt à lire attentivement l'excellent traité qui leur est offert.

Nous ne pouvons citer tous les chapitres, bien distribués et bien divisés; nous mentionnerons seulement un sujet, extrêmement intéressant et qui restait encore bien confus, celui de la suspension de la voiture, c'est-à-dire des ressorts et des amortisseurs, dont l'auteur a présenté une analyse susceptible d'être utilisée avec profit par les constructeurs eux-mêmes. L'auteur a étudié

Digitized by Google

très consciencieusement les vibrations du châssis et particulièrement les flexions; nous aurions aimé qu'il insistât davantage sur les oscillations longitudinales et transversales dont l'exagération cause les phénomènes connus sous les noms de dandidement et de shimmy; hâtons-nous de dire que si ces manifestations gênantes ne sont pas analysées dans l'ouvrage, celui-ci contient tout ce qu'il faut pour les élucider. Edmond MARCOTTE.

Actualités métallurgiques, par Pierre DEJEAN. Un volume 16 × 25 de XII-284 pages avec 144 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

L'auteur publie dans cet ouvrage les principaux résultats de ses recherches personnelles et particulièrement des études remarquables sur la trempe et le ferromagnétisme.

Étudiant les réactions qui se produisent pendant le refroidissement des aciers autotrempants, il est arrivé à élucider les phénomènes qui ont donné lieu d'ailleurs à des publications de MM. Portevin et Garvin, de M. Chevenard, etc...

Nous avons eu le regret de n'y voir que quelques lignes seulement, en appendice (p. 115), sur la structure, dite sorbitique, dont les applications peuvent être inimaginables, puisqu'un traitement convenable permettrait d'augmenter de beaucoup les qualités d'aciers de diverses nuances et particulièrement des aciers ordinaires qui constituent les rails de chemins de fer. La recherche de la structure sorbitique par un traitement thermique approprié est donc un problème de premier plan, qui méritait une mention dans un ouvrage consacré aux « actualités ».

Par contre, nous nous plaisons à signaler la théorie du champ démagnétisant, que l'auteur a conçue pour expliquer le ferro-magnétisme, et que confirment un certain nombre de résultats. Edmond MARCOTTE.

La Construction économique, par M. VUGNON, Ingénieur-Conseil. In-8° de 148 pages avec 56 figures. Revue des Matériaux de Construction et de Travaux Publics, éditeur à Paris. — Prix : 10 francs.

Ce petit livre, qui complète *L'Industrie des agglomérés et pierres artificielles* du même auteur, est un ouvrage pratique donnant des renseignements précis sur la fabrication, les propriétés et la pose de divers matériaux, moins chers que les pierres naturelles, les briques et les liants ordinaires, c'est-à-dire : des briques de laitier, du mortier d'amiante ou fibro-ciment, de la xylolithe et des agglomérés spéciaux.

Le séchage des agglomérés, le traitement des surfaces, la composition de divers mélanges, différents renseignements complémentaires à l'usage des fabricants d'agglomérés, terminent cette précieuse documentation, exposée d'une manière concise et précise.

Dans une note qui termine l'ouvrage, l'auteur compare les divers matériaux de construction au point de vue de la conductibilité thermique. Cette notion a une importance considérable dans l'hygiène de l'habitation et méritait, par conséquent, plus que les trois pages de la fin du livre. Ce qui assure l'isolement des murs, c'est la porosité des matériaux et l'on ne doit tenir compte que de l'air immobilisé réellement, car dans les murs creux, les phénomènes de convection déplacent l'air qui ne peut ainsi être considéré comme un isolant. La perméabilité à l'eau, la plus ou moins grande facilité offerte par les matériaux pour la transmission des bruits sont aussi des qualités dont les constructeurs doivent se soucier et nous espérons que, dans un prochain ouvrage, M. Vugnon nous fournira tous les renseignements désirables, analogues, par exemple, à ceux qu'il nous donne sur la porosité de divers mélanges d'argile et de sciure de bois.

Edmond MARCOTTE.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

W. Herbert Hobbs. — The glacial anticyclones. The poles of the atmospheric circulation. In-8° de 195 pages avec 53 figures et 3 planches. Macmillan, éditeur, New-York. — Prix : 2.75 dollars.

Miloutine Borissavlievitch. — Les théories de l'Architecture. In-8° avec 57 figures (*Bibliographie scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

P.-E. Cornillier. — La prédiction de l'avenir. In-16 de 96 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

S. Freud. — Les sciences des Rêves, traduit par I. Meyerson. In-8° de 641 pages (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

A. Chaplet. — La Chimie. In-16 de 250 pages avec 91 gravures. Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

G. Dupont. — Les essences de térébenthine. In-16 de 352 pages avec 52 figures (*Encyclopédie Léauté*). Masson, éditeur, Paris. — Prix : 28 fr. 80.

C. Derulle. — Les progrès de la fonderie. Moulage et fusion. In-16 de 256 pages, avec 102 figures. (*Encyclopédie Léauté*). Masson, éditeur, Paris. — Prix : 26 fr. 40.

Rudolf Höber. — Physikalische Chemie der zelle und der Gewabe. 6e édition. In-8° de 955 pages avec figures. W. Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 39 marks-or.

Institut international de Chimie Solvay. Rapports et discussions. — Structure et activité chimique (Deuxième conseil de chimie tenu à Bruxelles du 16 au 24 avril 1925). In-8° de 672 pages, avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Thorlakson. — Le fondement physiologique des instincts des systèmes nutritifs neuromusculaire et génital. In-8° de 390 pages. Presses universitaires, Paris. — Prix : 20 francs.

Georges Lecointre. — Recherches géologiques dans la Meseta marocaine. In-8° de 155 pages, avec 27 figures, 18 planches, une carte en couleurs. Larose, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

P. Petit, J. Roux et L. Pierre. — Brosserie et malterie. Nouvelle édition. 2 volumes in-8° de 1.023 pages, avec nomb. figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 120 fr.

W. H. R. Rivers. — L'instinct et l'inconscient. Traduit de l'anglais par René Lacroze. In-8° de 400 pages (Bibliothèque de Philosophie contemporaine). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

A. Engler. — Die naturlichen Pflauzenfamilien, T. VIII. Lichens. In-8° de 270 pages, avec 545 figures. Engelman éditeur, Leipzig. — Prix : 23 marck-or.

Le Gérant : M. HEDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 15 — 64e ANNÉE — 14 AOUT 1926

LES TRANSPORTS AÉRIENS. POSSIBILITÉS ET PRIX DE REVIENT (1)

J'ai pensé qu'il serait intéressant d'exposer, dans leurs grandes lignes, les possibilités réelles et les prix de revient des transports aériens, et notamment de savoir comment, à quelles conditions et dans quel avenir ceux-ci sont susceptibles d'évoluer vers ceux des autres modes de transports rapides.

Où en sommes-nous aujourd'hui en matière d'aviation commerciale et où allons-nous?

Où nous en sommes? vous en avez la notion. Vous savez que des lignes de transports aériens, déjà nombreuses, sont exploitées.

En France, vous avez certainement entendu parler du service Paris-Londres, qui va être incessamment prolongé sur Marseille et la Tunisie, par la Corse et la Sardaigne.

Du service Toulouse-Casablanca, par l'Espagne, qui est surtout postal et qui se prolonge sur Dakar.

Du service Paris-Prague-Belgrade-Bucarest-Constantinople et du Service Paris-Bruxelles-Amsterdam et la Scandinavie.

L'Angleterre exploite aussi de son côté la ligne Paris-Londres ; elle possède en outre des lignes vers l'Allemagne et la Scandinavie par la Belgique ; elle organise en Orient une ligne Le Caire-Bagdad et les Indes.

L'Allemagne possède des réseaux assez nombreux et se montre très active en matière d'aéronautique commerciale.

La Belgique, la Hollande et la Pologne s'intéressent aussi aux transports aériens et exploitent certaines lignes.

De l'autre côté de l'Atlantique, les États-Unis d'Amérique exploitent régulièrement la ligne postale New-York-Chicago-San-Francisco, dont la longueur est de plus de 4.000 km ; la distance de New-York à San-Francisco est en effet supérieure à la distance de Paris à Bagdad.

Toutes ces exploitations aériennes ont obtenu des résultats intéressants et des efforts très méritants et très utiles ont été faits dans tous ces pays.

Ces résultats, malgré leur intérêt pour une personne non prévenue, laissent cependant à désirer.

Le prix de revient de la tonne kilométrique transportée est encore très élevé : ce prix s'est même trouvé tel qu'aucune Compagnie n'a pu encore vivre par ses propres moyens.

La régularité et la sécurité ont été suffisamment obtenues malgré quelques incidents : quant aux accidents, ils sont restés relativement rares et les statistiques sont, sur ce point, encourageantes.

L'avion a su vaincre les vents, mais il n'a pu encore vaincre le brouillard qui reste toujours le grand ennemi de la navigation aérienne.

Enfin, le rayon d'action de nos avions de transport est resté limité à environ 500 km. ce qui constitue une étape assez faible.

Mais tout compte fait, les services rendus ont été tels qu'aucun gouvernement n'a songé à suspendre ses subventions et qu'aucune Compagnie, découragée par ses pertes, n'a abandonné la partie.

En Amérique, la ligne postale aérienne exploitée par l'État entre New-York et San-Francisco fait gagner aux lettres deux ou trois jours et, malgré les très fortes dépenses occasionnées par ce service qui fonctionne de jour et de nuit, les Amé-

(1) Conférence faite par M. Louis Bréguet, au Conservatoire National des Arts et Métiers, le 21 mars 1926.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

**

Digitized by Google

ricains ont estimé que les services rendus valaient les sacrifices consentis.

Les Français, les Anglais, comme les Américains, utilisent en général des avions de modèles datant des années qui ont suivi la guerre et seulement améliorés par une mise au point continuelle et sévère.

Les constructeurs, dans leurs usines, s'occupent de la création d'avions plus modernes, de qualités supérieures mais peu de Compagnies ont encore en service le nouveau matériel pour la raison que la sécurité de marche d'un avion dépend de sa mise au point minutieuse dans tous ses détails, et qu'une telle mise au point ne peut être que le résultat de plusieurs années de service.

Il faut donc considérer que nous sommes tout au début d'une navigation absolument nouvelle, particulièrement délicate et difficile. C'est dans cet esprit que nous devons examiner la situation actuelle.

Songez à combien de siècles remontent les premières barques avec lesquelles des hommes entreprenants se sont risqués sur les flots ; à combien de siècles remontent les premiers chariots, ancêtres des chars puis des diligences, et, enfin, des chemins de fer et des automobiles, et considérez que les premiers aéroplanes n'ont réellement volé qu'à partir de 1908, c'est-à-dire il y a 18 ans.

Je rappellerai que Blériot a traversé la Manche en juillet 1909 et que les premiers circuits de ville à ville datent seulement de 1910.

Les débuts des chemins de fer ont été très pénibles et défectueux ; sans les subventions et les garanties des États, ils n'eussent pu vivre et se développer. D'ailleurs, même aujourd'hui, ils ont encore besoin de leur tutelle.

Quant à la navigation à vapeur, dont le début remonte à 1830, c'est-à-dire il y a moins d'un siècle, son développement a longtemps rencontré des incrédules et des détracteurs.

Il ne paraissait pas, à cette époque, que les bateaux à voile puissent être concurrencés par des navires obligés d'emporter dans leurs flancs des quantités énormes de combustible, destiné à alimenter les foyers de leurs chaudières. Les dépenses qu'allait entraîner ce nouveau mode de locomotion semblaient à tous considérables et prohibitives.

En 1835, un savant anglais, le Docteur Lardner, disait à Liverpool en réunion publique : « Quant « au projet annoncé par les journaux de faire « directement le voyage de New-York à Liverpool « sans escale, cela est parfaitement chimérique « et autant vaudrait projeter un voyage de Liver- « pool à la Lune ». Cependant, trois ans après, en 1838, le « Great Western » allait de Bristol à New-York en 22 jours, à une vitesse de 8 nœuds 1/2.

Plus tard, en France, en 1843, alors qu'il était question de la formation de Sociétés en vue d'exploiter les lignes maritimes commerciales avec des navires à vapeur, M. de Posson, dans une communication à la Société Maritime, parue dans la *Revue Scientifique*, écrivait au terme d'une longue étude technique :

« Nous ne cesserons de le répéter, nulle possi- « bilité n'existe de spéculer au moyen des grands « bâtiments à vapeur que l'on vient de lancer « sur l'Océan. Cette navigation à vapeur aura « pour résultat de plonger des centaines de familles « dans le deuil et des milliers d'actionnaires dans « une inquiétude mortelle par suite des naufrages « et des énormes dépenses qu'elle entraîne ».

Or, depuis cette date, malgré les naufrages et les tempêtes, les paquebots à vapeur se sont perfectionnés et aujourd'hui l'Atlantique est journellement traversé, ainsi que tous les Océans et toutes les mers de notre globe.

Vous voyez donc, en vous référant à ces faits historiques, que c'est avec raison que je vous demande de ne pas vous montrer trop exigeants sur les résultats déjà obtenus en matière de transports aériens et que nous devons toujours nous garder d'un scepticisme trop facile. Je vous dirai même que nous devons admirer les efforts accomplis et les résultats auxquels sont arrivées, dans des conditions bien difficiles, la plupart de nos Compagnies.

Certes, actuellement le prix de ces transports, comme je l'ai indiqué tout à l'heure, est particulièrement élevé, et, avant de vous guider un peu, au moyen de formules sérieuses, dans ces voies de l'avenir, je donnerai quelques chiffres du passé et du présent.

Pour les deux lignes les plus longues de celles qui sont exploitées par des Compagnies françaises, c'est-à-dire pour les lignes France-Maroc et France-Prague-Bucarest-Constantinople, dont le développement dépasse, pour chacune d'elles, 2.000 km., et où les étapes sont de l'ordre de 500 km. le prix de la tonne-kilométrique offerte en 1925 ressort en moyenne à 35 fr. (ce prix, ainsi que tous ceux que je donnerai par la suite, correspond à un cours du change de 100 fr. pour la livre sterling et 20 fr. pour le dollar).

Mais ceci, c'est le tonnage offert. Tout compte fait, le prix de la tonne réellement transportée est revenu à environ 70 fr., c'est-à-dire qu'en moyenne les avions ont voyagé à demi-chargés.

Sur la ligne maritime d'Antibes à Ajaccio, exploitée par des hydravions, le prix de revient de la tonne-kilométrique offerte a été de 85 fr.

Digitized by Google

et celui de la tonne-kilométrique réellement transportée de 140 fr. Ces derniers chiffres, particulièrement élevés, ne doivent pas être retenus, la Compagnie Aéronavale qui exploite cette ligne ayant travaillé en 1925 dans des conditions spéciales et surtout expérimentales.

En ce qui concerne la ligne Paris-Londres, dont le développement n'est que de 380 km., le coût de la tonne kilométrique offerte a été de 17 fr. et celui de la tonne-kilométrique réellement transportée, de 25 fr.

Ces derniers chiffres, comme on le voit, sont intéressants ; ils marquent déjà un progrès puisque, en 1924, ces prix avaient été respectivement de 21 fr. et de 30 fr. Ils résultent de l'usage, par cette Compagnie, d'avions à plus forte capacité de chargement, et d'un trafic plus intense rapporté aux frais généraux, dont une partie est fixe dans toutes les exploitations.

Ils laissent entrevoir que les Compagnies France-Maroc et France-Orient pourront certainement améliorer à leur tour leur rendement.

Pour ma part, j'estime que, malgré leur élévation, ces prix pourraient déjà ne pas être prohibitifs, sans subvention des États, si nos avions, rendus plus confortables, et plus réguliers, — ce qui ne peut manquer de se produire — pouvaient couvrir des étapes plus longues sans escale ; si, par exemple, ils devaient permettre à un voyageur d'aller en une nuit de Paris à Rome ou de Paris à Madrid, ou encore de Paris à Constantinople en 24 heures au lieu de 4 jours, et de Paris au Caire en 2 ou 3 étapes, en un jour et demi ou au maximum en deux jours.

Le temps est de l'argent et, dans certaines circonstances, il n'a même pas de prix.

La distance de Paris au Caire, par les itinéraires à suivre, est de l'ordre de 3.500 km. et si nous prenons un prix intermédiaire entre celui obtenu par l'*Air Union* et celui des lignes vers le Maroc, soit 50 fr. la tonne-kilométrique, prix dès maintenant élevé, on arrive, pour un passager compté avec ses bagages pour 100 kgs., au prix de 17.500 fr.

Or, actuellement, un voyageur qui voudrait aller de Paris au Caire en première classe et par les moyens les plus rapides aurait à dépenser de 5.000 à 7.000 fr.

Les bateaux rapides ne partent de Marseille qu'environ tous les 8 jours et, avec eux, c'est quatre jours au minimum qu'il faut compter pour la durée totale du voyage.

Le gain avec l'avion qui, lui, pourrait partir tous les jours, serait donc de 2 jours 1/2.

Si l'on compte que la journée d'un homme d'affaires moyen vaut 500 fr., c'est 1.250 fr. qu'il faut ajouter au prix de la traversée et c'est, tout compte fait, un prix de 6.250 à 8.250 fr. qu'il faut comparer au prix de 17.500 fr. C'est dire que le prix de l'avion serait seulement environ deux fois plus élevé, avec l'hypothèse certainement modérée que j'ai faite.

Afin de bien situer la question, je donnerai ici quelques aperçus des prix actuels des transports maritimes les plus rapides sur différentes lignes. Pour établir ces prix, j'ai retranché des barèmes de prix de passage, qui comprennent les frais de nourriture et de couchage, une somme de 100 fr. par jour pour ces frais qui ne doivent pas entrer en ligne de compte dans le prix net de transport. J'ai noté pour chaque parcours la moyenne des prix nets ainsi obtenus dans les différentes compagnies françaises et étrangères pour un passage en première classe, confort moyen, le poids du passager étant évalué à 100 kg.

De plus, le temps perdu avec le transport le moins rapide par le passager, que nous supposons être un homme d'affaires, est un élément qui doit intervenir dans notre évaluation. J'ai pris pour base d'évaluation de cette perte de temps un chiffre de 500 fr. par jour.

Le tableau obtenu dans ces conditions est le suivant :

	De Paris à :			
	Le Caire	New-York	Buenos-Ayres	Yokohama
Trajet (km)	3 200	6.000	12.000	18.000
Durée (jours)	4	6	18	40
Prix net (fr.)	6 000	12 000	13 000	14 000
Temps perdu (fr.) ..	2 000	3 000	9 000	20 000
Prix de la tonne (fr.)				
Sans temps perdu ..	18,80	20,00	10,80	7,77
Inclus temps perdu	25,00	25,00	18,33	18,88

La différence importante entre les prix nets de transport sur les différents parcours provient de ce que les bateaux Le Havre-New-York, par exemple, sont des bateaux ultra-rapides, transportant peu de fret, dont les frais de combustible et personnel de service doivent être couverts par le prix des passages. Ces lignes, souvent déficitaires, ne sont maintenues, dans bien des cas, que pour assurer rapidement le transport du courrier et dans un but de propagande nationale. La comparaison des deux dernières lignes du tableau fait ressortir d'une manière tangible l'influence du facteur temps dans le prix réel d'un voyage.

Après ce rapide examen du passé et de la situation actuelle de la navigation aérienne, il me

Digitized by Google

reste à aborder le vif de mon sujet, c'est-à-dire à examiner quels sont les progrès techniques que l'on peut envisager dans la construction des avions et à rechercher leur répercussion sur les prix de revient des transports par avion.

Pour pouvoir chiffrer ces progrès, j'examinerai séparément chacune des qualités principales que doit posséder un avion commercial. Ces qualités peuvent se diviser en trois catégories :

1° Qualité aérodynamique ; qualité provenant des formes, de l'architecture générale et du centrage de l'avion ;

2° Qualité constructive qui sera définie par un coefficient que j'appellerai coefficient de légèreté de construction ;

3° Qualité thermo-dynamique du ou des moteurs. Il importe en effet que les moteurs aient le meilleur rendement, afin de consommer en poids le minimum de combustible par unité de puissance.

1° *Qualité aérodynamique.* — La qualité aérodynamique d'un avion se définit principalement par un coefficient que l'on appelle « résistance relative minimum, ou finesse aérodynamique ».

Cette résistance relative est le rapport entre la résistance totale à l'avancement de l'ensemble de l'appareil et son poids.

On la désigne, en général, par l'expression $tg\ \varphi$ l'angle φ étant celui que fait la résultante aérodynamique sur l'ensemble de l'avion avec la perpendiculaire à sa trajectoire supposée rectiligne.

Cette résistance relative était avant la guerre de 14 à 20 % suivant les appareils ; pendant la guerre elle s'est abaissée à 12 et 13 % ; depuis, les meilleurs de nos avions de transport ont approché 11 % et certains avions spéciaux ont atteint 8 %. L'évolution vers de meilleures finesses est certaine, mais quelle sera la limite?

Je rappellerai à cette occasion qu'une aile seule, à bon profil et à allongement relatif convenable, c'est-à-dire compris entre 6 et 8, a une résistance relative minimum de 4,5 %.

Avec de plus grands allongements et des ailes effilées aux extrémités comme les ailes des oiseaux, un $tg\ \varphi$ de 4 % n'apparaît pas une impossibilité.

Certaines maquettes d'avions complets, monoplans sans haubans, à atterrisseur masqué, avec leur corps et leur queue, ont donné, aux essais de laboratoire, un $tg\ \varphi$ de 6 %.

Les grands oiseaux voiliers en air calme offrent certainement des résistances relatives inférieures à 5 %. Je spécifie en air calme, car l'air agité peut améliorer la finesse et va jusqu'à permettre le vol à voile.

Il y a, on le verra par la suite, un intérêt primordial à affiner les avions, c'est-à-dire à améliorer leur finesse, et tous les efforts des techniciens doivent tendre dans ce sens.

Mais cette finesse de l'avion n'est pas tout ; liée à elle, apparaît aussi celle du propulseur.

Le propulseur, ou hélice, réagit sur l'air comme une aile d'avion et le rendement des hélices doit être assimilé à une qualité aérodynamique.

Comme chiffres, je dirai qu'un rendement en palier de 60 % est le fait d'une mauvaise hélice ; une hélice assez bonne a un rendement de l'ordre de 70 % ; elle est bonne quand elle a un rendement de 75 % et elle est très bonne quand elle approche de 80 %.

Le maximum du rendement d'une hélice dans les conditions optima que la pratique ne permet pas la plupart du temps de réaliser, paraît devoir être de 84 %.

Il est normal de bloquer en une seule expression les deux influences de l'avion et de l'hélice sur la qualité aérodynamique d'un appareil. On peut ainsi définir la qualité aérodynamique totale d'un avion par le rapport $\frac{tg\varphi}{\rho}$ c'est-à-dire le rapport de la finesse du planeur au rendement de son hélice.

Nous appellerons $tg\varphi'$ cette expression $\frac{tg\varphi}{\rho}$; $tg\varphi'$ sera la *finesse apparente* de l'avion.

Dans les tableaux I à IV, les courbes sont tracées en fonction de cette qualité $tg\varphi'$.

2° *Qualité constructive.* — Elle se divise en deux catégories : qualité constructive de l'avion et qualité constructive du moteur.

Nous envisagerons d'abord celle du planeur.

On appelle planeur dans un avion, l'ensemble constitué par le corps de l'appareil, vide de son moteur et de ses aménagements, par les ailes, par les gouvernails et les empennages qu'on peut baptiser la queue de l'appareil et enfin par l'atterrisseur ou l'amerrisseur.

Un planeur sera évidemment d'autant meilleur qu'il sera mieux calculé et judicieusement conçu, et que les matériaux employés à sa construction seront les plus légers pour les mêmes résistances.

Pendant longtemps, on a fabriqué des avions en bois ; ensuite on a utilisé la fabrication mixte (bois et tubes d'acier) ; vers la fin de la guerre, j'ai inauguré la fabrication en duralumin qui est un alliage d'aluminium ayant des propriétés analogues, pour la même résistance, que l'acier doux, c'est-à-dire 40 à 45 kgs de résistance au millimètre carré, mais trois fois plus léger que l'acier.

Digitized by Google

Le duralumin est classé dans la catégorie des alliages dits « légers ».

D'autres alliages légers sont actuellement étudiés, notamment des alliages à base de magnésium et de glucinium.

L'emploi de ces alliages légers m'a conduit à réaliser des planeurs plus légers, plus robustes et plus sûrs qu'avec du bois et tout le monde est aujourd'hui d'accord sur l'intérêt de cette construction métallique.

Pour certaines pièces assez fortes, le duralumin peut être avantageusement remplacé par des aciers à haute résistance.

L'acier à haute résistance peut être en effet baptisé « métal léger » puisque c'est la seule résistance relative au poids qui compte. Tous les aciers d'une résistance à la rupture supérieure à 120 kg. au mmq. l'emportent sur le duralumin. Toutefois, on ne peut employer cet acier que pour les pièces assez fortes, sans quoi on serait conduit à des épaisseurs trop minces et prohibitives.

Les avions doivent posséder des coefficients de sécurité assez importants. Il importe en effet qu'il ne se produise pas de rupture en vol.

On adopte actuellement pour les gros avions commerciaux un coefficient de sécurité de 6, ce qui signifie que la rupture de la voilure d'un avion et de sa charpente ne doit se produire que pour des fatigues six fois supérieures à celles du vol normal en air calme.

Nous supposerons dans notre étude que tous les avions que nous serons amenés à comparer entre eux, possèdent le même coefficient de sécurité.

Dans ces conditions, il est légitime d'évaluer le poids du planeur d'un appareil en fonction du poids total en charge, et le coefficient de légèreté de construction que je représente par la lettre α sera le rapport entre le poids p du planeur, c'est-à-dire de l'avion vide de son moteur, de ses aménagements, de tout fret et de tout combustible, au poids total P de l'avion complet équipé et à pleine charge : $\alpha = \frac{p}{P}$

Pour des appareils conçus de la même façon et réalisés avec les mêmes soins et les mêmes matériaux le coefficient s'augmente quand les dimensions et le tonnage augmentent. Mais en général, on peut compenser cette augmentation par des dispositions spéciales aux gros appareils, notamment par la répartition de la charge en envergure.

En ce qui concerne maintenant les moteurs, leur légèreté s'évalue en fonction de la puissance maximum qu'ils peuvent développer au nombre de tours normal, à la pression atmosphérique au niveau de la mer.

Nous entendons par groupe-moteur le moteur complètement équipé avec son refroidisseur, ses pompes, ses magnétos, ses démarreurs, ses nourrices, son hélice, ses tuyauteries et robinetteries d'alimentation et le bâti nécessaire à sa fixation.

Le poids des réservoirs sera compté à part; j'admettrai qu'il est proportionnel à la quantité de combustible que ces réservoirs sont destinés à contenir.

Cette légèreté est donc caractérisée par le poids par cheval que nous désignerons par la lettre q.

La puissance du moteur nécessaire à la propulsion d'un avion est proportionnelle au produit du poids total P par $tg\ \varphi'$ et par la vitesse en palier correspondante, vitesse qui dépend de la charge au mètre carré et de l'incidence de vol. Le coefficient de proportionnalité définira la marge de puissance requise.

Nous supposerons que cette marge de puissance est la même pour tous les avions considérés. Elle définit d'ailleurs le plafond des avions, c'est-à-dire l'altitude maximum qu'ils sont susceptibles d'atteindre. Dans nos calculs, nous avons pris comme coefficient de proportionnalité le chiffre de 1,7.

Voici quelques chiffres sur ces qualités constructives des planeurs et des moteurs.

En ce qui concerne les planeurs, les premiers avions construits sans grande expérience et avec des matériaux lourds possédaient des coefficients α de 40 % ou 45 % environ.

La plupart des grands avions commerciaux, en exploitation actuelle, ont des coefficients de l'ordre de 35 %. C'est le coefficient des *Goliath* employés par l'*Air Union*, qui sont des avions en bois de grande surface et de grande envergure.

Les avions plus petits, utilisés sur la ligne France-Maroc, auraient 28 %.

Les avions les plus modernes actuellement en construction, en métaux légers, doivent réaliser 25 % et on peut être certain que, d'ici quelques années, un coefficient de légèreté de 20 % sera obtenu pour les avions terrestres d'une vingtaine de mètres d'envergure. Les monoplans sans haubans sont plus lourds.

Ces chiffres sont un peu plus importants pour les hydravions car il faut tenir compte du poids de la coque, qui est appréciable. Suivant les hydravions, cette majoration paraît varier entre 5 et 10 % du poids total de l'appareil.

En ce qui concerne les moteurs, le groupe moteur avec son hélice pesait largement au début de l'aviation 3 kg. 500. C'était le poids du *Renault* 50 CV. à refroidissement à air, de l'*Antoinette*, avec son refroidisseur.

Le poids de ces groupes moteurs, au début de la guerre, était encore de 2 kg. par cheval.

Digitized by Google

Durant la guerre, il s'est abaissé progressivement jusqu'à 1 kg. 600. Le groupe moteur 300 CV. *Renault*, par exemple, qui équipait mes avions type XIV, pesait avec son radiateur, l'eau, etc. 1 kg. 8 par cheval.

Actuellement, les nouveaux moteurs en service, tous ceux que les grands raids récents ont mis en vedette, doivent être considérés comme définis par 1 kg. 25 à 1 kg. 35 par cheval.

Mais dès aujourd'hui, grâce aux grands progrès réalisés sur la légèreté des moteurs, il apparaît qu'à brève échéance on pourra compter sur le chiffre de 1 kg.

Pour que l'on se rende compte de l'importance de ces chiffres, j'indique ci-dessous, pour les voitures automobiles les plus récentes, le poids des groupes moteurs avec radiateur et eau, ainsi que leurs puissances nominales et effectives :

Puis. nom.	6 CV	Puis. eff.	18 CV	Poids	7 kg.
—	10	—	45	—	5
—	15	—	60	—	5,35
—	18	—	90	—	4,75
—	40	—	140	—	4,30

De cette comparaison, il apparaît les énormes progrès réalisés sur la légèreté dans les moteurs d'aviation, surtout si l'on considère que les moteurs d'automobile ne font jamais leur pleine puissance pendant plus de quelques minutes.

Pour suivre plus loin cette comparaison, j'ai cherché une évaluation du poids au cheval des groupes moteurs turbines à vapeur de nos navires rapides les plus modernes.

Le dernier programme naval a fait mettre en chantier des torpilleurs d'une puissance totale de 50.000 CV. ce qui est considérable pour un torpilleur. J'ai pu avoir le poids d'un groupe moteur (turbine, arbre, hélice, condenseur, chaudière, tuyauterie, appareils auxiliaires) de l'un de ces torpilleurs : *Le Léopard*. Tout compte fait, on arrive sur ce navire à un poids de 15 kilos par cheval.

3° *Qualité thermo-dynamique.* — Cette qualité se définit par la consommation de combustible en kilogrammes par cheval-heure développé.

Les meilleurs moteurs à ce titre sont les moteurs à combustion interne, genre *Diesel* ou semi-*Diesel*. Avec de tels moteurs, on est parvenu à des consommations de 180 grammes par cheval-heure et en général il faut tabler sur des consommations de 200 grammes.

Les meilleurs moteurs actuels d'aviation, qui sont des moteurs à explosion, marchent à essence, consomment de 230 à 240 grammes d'essence et de 15 à 20 grammes d'huile.

En général, il est prudent de compter, étant donné que les moteurs sont utilisés pendant l'étape sensiblement à demi-régime, sur une consommation spécifique en essence et huile de l'ordre de 280 à 300 grammes.

Mais, grâce à certains artifices, comme celui de l'addition du benzol dans l'essence, on a déjà pu augmenter la compression des moteurs et on peut entrevoir comme prochainement réalisables des consommations moyennes réelles de l'ordre de 250 grammes par cheval-heure.

L'avenir nous dira si des consommations de 200 grammes par cheval-heure pourront être obtenues en trafic commercial courant. En tous cas, elles n'ont rien d'impossible car elles ont déjà été atteintes avec certains moteurs dans des conditions spéciales.

Etude des prix de revient en fonction des qualités des avions.

Pour étudier maintenant l'influence des variations des différentes qualités des appareils utilisés sur leur rendement économique, il faut faire un certain nombre d'hypothèses sur l'organisation et sur la marche de l'exploitation aérienne envisagée.

J'ai donc supposé une Compagnie type exploitant une ligne qu'elle parcourt en une seule étape, sans escale, donc n'ayant besoin que d'un aérodrome à chaque extrémité du trajet, sans installations intermédiaires.

J'ai supposé que l'exploitation régulière comporte un départ quotidien dans chaque sens et que les avions à pleine charge travaillent seulement tous les deux jours, c'est-à-dire qu'il faut disposer de quatre avions en service au total pour assurer l'exploitation. (La Compagnie pourra posséder quelques avions et moteurs en réserve.)

Si, dans ces conditions, on se base sur des frais généraux sans exagération par rapport aux kilomètres parcourus et au fret transporté, en prenant par exemple un coefficient analogue à celui de l'*Air-Union*, qui certainement décroîtra encore dans l'avenir, on peut tabler sur une dépense de 2.000 fr. par jour de frais généraux fixes, et de 1.250 fr. par jour de frais commerciaux dépendant directement du trafic, c'est-à-dire du chargement des avions. En supposant l'exploitation effectuée avec des avions d'un poids total de 5.000 kg. qui est sensiblement celui des *Goliath* de l'*Air-Union*, ce dernier chiffre donne une dépense de :

$$\frac{1250}{5000} = 0{,}25$$ par kilog. de l'avion en pleine charge.

Le calcul précis ne peut évidemment pas tenir compte des aléas tels que, par exemple, les arrêts de l'exploitation qui peuvent résulter de très mauvais temps persistants, d'accidents, etc... Une

Digitized by Google

formule telle que celle que j'ai établie donnera donc des prix avantagés par rapport à ceux qui pourront être obtenus réellement. Mais il sera facile, ainsi que je le ferai plus loin, de déterminer par l'expérience un coefficient de correction correspondant à ces aléas.

Ce qui est important surtout, c'est qu'une telle formule permet d'effectuer d'une manière certaine la comparaison sur des bases conventionnelles communes des différents matériels employés.

J'ai donc établi sur les bases ci-dessus une formule très générale du prix de revient par kilomètre du kilogramme transporté. Voici cette formule avec, pour chacun de ses termes, l'indication de la fraction de la dépense ou du tonnage à quoi il correspond. Elle comprend pratiquement tous les facteurs qui peuvent réagir sur ce prix de revient, sauf, ainsi que je viens de le dire, les aléas et les conséquences d'accidents graves que seules de longues statistiques peuvent déterminer.

En dehors des frais généraux que j'ai évalués plus haut, les données de prix que j'ai choisies sont les suivantes qui sont encadrées dans la formule et qui correspondent au taux du change que j'ai défini précédemment (100 francs par livre).

Prix d'achat au cheval du moteur : 200 fr.
Prix d'achat au kilog du planeur : 50 fr.
Prix d'achat du kilog de combustible : 3 fr. 40.

En ce qui concerne les amortissements, j'ai admis les chiffres suivants, qui correspondent sensiblement aux données expérimentales d'un matériel moyen actuel.

Pour les moteurs, remplacement toutes les 600 heures, avec toutes les 100 heures une révision représentant 1/6 de la valeur d'achat du moteur. L'ensemble des deux dépenses bloquées, représente donc par heure de fonctionnement du moteur 1/300 de sa valeur d'achat. On fait mieux aujourd'hui.

Pour l'avion, en admettant une moyenne de 600 heures de vol par an, remplacement tous les trois ans, avec toutes les 300 heures une révision représentant 1/4 de la valeur d'achat de l'avion, soit pour l'ensemble amortissement et entretien une dépense par heure de vol d'environ 1/700 de la valeur d'achat. J'ai admis également qu'une partie seulement de ces dépenses est fonction des heures de vol, l'autre étant un vieillissement, fonction uniquement du temps :

Le coefficient $\frac{1000}{3{,}6\,v}$ mis à part, le numérateur de cette formule représente la totalité des dépenses d'exploitation par heure de vol, divisée par le poids total P. Le dénominateur représente la fraction du poids total P disponible pour le transport, c'est-à-dire le fret utile, également divisée par le poids total P. Le poids des aménagements et de la carrosserie est compté pour 20 % du fret brut. Le poids de combustible emporté est calculé en supposant un vent contraire pendant le parcours de 14 m.-sec. soit 50 kilomètres. (Voir la formule ci-dessous).

Ce que donne cette formule, c'est le prix de revient de la tonne kilométrique offerte dans une exploitation régulière et journalière, par temps convenable. Pour avoir le prix réel de la tonne kilométrique transportée dans une exploitation, il faudra multiplier les chiffres obtenus, d'abord par un premier coefficient tenant compte de ce que les avions ne volent pas toujours à pleine charge et qu'on n'utilise pas leur complète capacité de transport dans tous les voyages effectués, et ensuite

$$X \text{ francs} = \frac{1000}{3{,}5\,V} \cdot \frac{\overset{a}{\overbrace{\left(\frac{1{,}7 \times 200}{300 \times 75} + \frac{3{,}40}{75} \cdot m\right)}}\, tg\varphi' + \overset{c\quad d\quad e}{\overbrace{\left(4 \times \frac{50}{700} + 0{,}25 + \frac{2000}{P}\right)\frac{1{,}8}{E'}}} + \overset{f\quad g\quad h}{\overbrace{\frac{50}{1250} + 0{,}0125 + \frac{75}{P}}}}{0{,}8\left[\underset{i}{1} - \underset{j}{\alpha} - \frac{1{,}7 \times tg\varphi' \times V}{75} \times \underset{k}{q} - \frac{m}{300}\, tg\varphi' \times E' \times \frac{V}{V-14} - \underset{l}{\frac{100}{P}} - \underset{n}{0{,}03}\right]}$$

Terme *a* Frais d'entretien et d'amortissement du moteur.
— *b* Frais de combustible.
— *c* Frais d'entretien et d'amortissement partiel du planeur.
— *d* Frais généraux variables.
— *e* Frais généraux fixes.
— *f* Amortissement complémentaire du planeur.
— *g* Frais d'équipage.
— *h* Salaire du pilote.
— *i* Rapport au poids total P du poids du planeur.
— *j* — — du poids du moteur.
— *k* — — du poids du combustible.
Terme *l* Rapport au poids total P du poids du pilote et des intruments de vol.
— *n* — — du poids de l'équipage et des instruments de navigation.
— V Vitesse commerciale en mètres par seconde.
— *tg*φ' Finesse apparente de l'appareil.
— *m* Consommation de combustible et d'huile du moteur en kg. par cheval-heure.
— P Poids total de l'appareil en charge, en kilogr.
— E' Longueur de l'étape, en kilomètres.
— Q Poids du moteur équipé, en kg. par cheval-heure de puissance nominale.

Digitized by Google

par un second coefficient, correspondant au fait dont j'ai parlé plus haut, que la formule ne tient pas compte des aléas que l'on rencontre inévitablement dans une exploitation réelle.

Ces deux coefficients peuvent être déterminés d'une manière suffisante en appliquant la formule au cas d'avion déjà existants sur les lignes commerciales actuelles et en comparant les prix de revient qu'on en déduit à ceux qui ressortent des barèmes d'exploitation de ces Compagnies.

En pratique, on peut poser que l'on aura le prix réel, dans une exploitation bien gérée et possédant des appareils modernes, de la tonne kilométrique transportée, en multipliant par deux, pour bloquer les deux coefficients dont il vient d'être question, les prix donnés par la formule. Ceux-ci correspondraient si l'on veut au prix de revient de la tonne offerte, en supposant des conditions atmosphériques convenables toute l'année.

Nous allons maintenant étudier de plus près, à l'aide de cette formule, comment les différentes qualités des appareils peuvent influer sur le prix de revient et quelle est l'importance des améliorations qui résulteront sur ce prix de revient de tel ou tel progrès sur ces qualités.

Influence de la finesse apparente tg φ.

Voici d'abord (fig. 255) une série de courbes qui résument l'étude que j'ai faite de la variation du prix de la tonne kilométrique en fonction des qualités aérodynamiques de l'avion, caractérisées par sa finesse $tg\varphi'$.

Ces courbes correspondent au cas d'un appareil d'un poids total en charge de 5.000 kilos, et ayant une vitesse commerciale V = 45 mètres par seconde, soit 162 kilomètres à l'heure.

Comme autres données, j'ai pris :

Pour le rapport du poids du planeur au poids total $\alpha = 0{,}25$.

Pour le poids spécifique du groupe moteur : $q = 1$ k. 25.

(Au lieu de 1 k. 8 pour les anciens moteurs et 1 k. 6 pour les moteurs des Goliath commerciaux actuels). Ce poids est, en effet, déjà réalisé avec les nouveaux moteurs des avions militaires tels que le *Bréguet* 19.

Pour la consommation de combustible, 0 k. 300 par cheval, ce qui est un chiffre fort mais prudent.

La courbe de la variation du prix en fonction de la finesse a été tracée pour trois grandeurs de l'étape journalière, respectivement de 500, 1000 et 1500 kilomètres.

On voit immédiatement sur le tableau que *les prix de revient croissent très vite avec* $tg\varphi'$, *l'augmentation étant plus rapide lorsque l'étape est plus grande.*

J'ai aussi porté sur ce tableau les courbes dans le cas où la Compagnie effectue ses parcours jour-

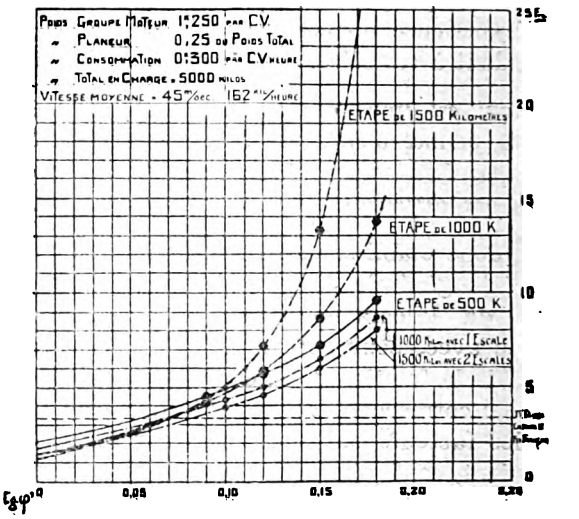
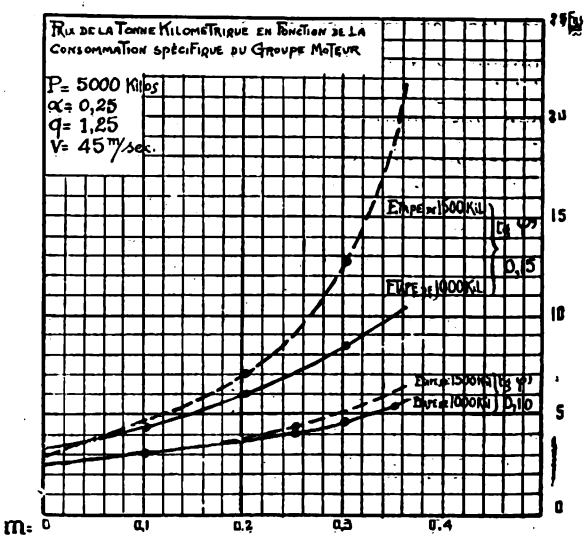


Fig. 255. — Tableau I : Prix de la tonne kilomètre en fonction de la finesse apparente.

naliers de 1.000 ou 1.500 kilomètres avec escale tous les 500 kilomètres. L'escale représente des frais supplémentaires d'installation de terrains mais l'augmentation du parcours journalier permet de répartir l'ensemble des dépenses sur un plus grand nombre de kilomètres.

Pour rendre tangible l'importance des varia-



F. 256. — Tableau II : Prix de la tonne kilométrique en fonction de la consommation spécifique du groupe moteur.

tions qui ressortent de ce tableau, prenons, par exemple, pour une étape : E = 500 kilomètres, le cas d'un avion de finesse $tg\varphi' = 0{,}18$ (ce qui est le cas des avions employés sur les lignes France-

Digitized by Google

Maroc). On obtient un prix de 9 fr. 60 pour notre avion de 5 tonnes (l'application de la formule aux avions des lignes *Latecoère*, qui n'emportent que 2.000 kilos, donnerait dans les mêmes conditions un prix de 21 francs.)

Si, au lieu d'une étape de 500 kilomètres, on en effectue deux, soit 1.000 kilomètres dans la journée, avec relai de ravitaillement, le prix tombe à 8 fr. 70.

Avec trois étapes, soit 1.500 kilomètres dans la journée, avec deux ravitaillements, le prix descend à 8 francs.

Si on prend un avion plus fin, avec $tg\varphi' = 0{,}12$, le prix de revient de la tonne kilométrique pour les trois mêmes cas d'étapes sont réduits respectivement à 5 fr. 70, 5 fr. 10 et 4 fr. 70, soit un gain de 70 %, ce qui est considérable. Un tel gain, appliqué à un prix de revient réel de 50 francs, que nous vous avons indiqué au début de cette étude, le ferait tomber à 29 fr. 50.

Si on prend $tg\varphi' : 0{,}9$, les prix deviennent respectivement de 4 fr. 45, 3 fr. 90, 3 fr. 55, soit un gain de 110 % pour une finesse deux fois meilleure.

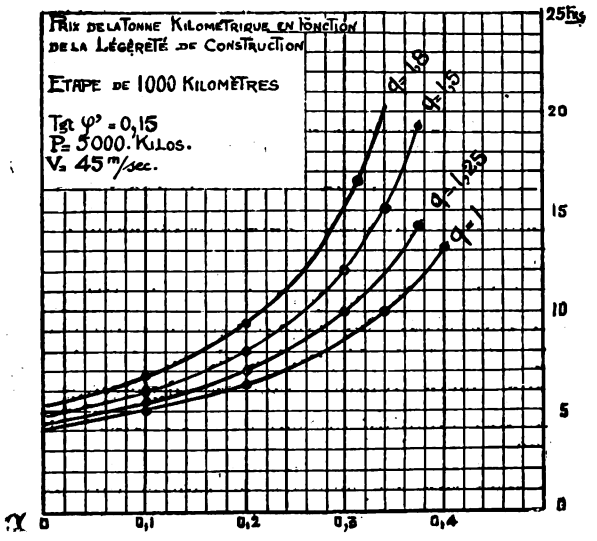


Fig. 257. — Tableau III. : Prix de la tonne kilométrique en fonction de la légéreté de construction.

Si, maintenant, au lieu de deux étapes de 500 kilomètres, nous supposons que l'étape de 1.000 kilomètres est effectuée sans escale, les prix sont de :

13 fr. 70 pour $tg\varphi' = 0{,}18$;
6 fr. 20 pour $tg\varphi' = 0{,}12$;
4 fr. 20 pour $tg\varphi' = 0{,}09$;

le gain est donc énorme lorsque la finesse s'améliore. Le prix que donne ce tableau pour la finesse 0,12 est 3,4 fois meilleur que celui que nous a donné l'application de la formule aux avions, de 2.000 kilogrammes, de poids total, qui sont actuellement en service sur France-Maroc, et qui n'ont que des étapes de 500 kilomètres. Un progrès considérable est donc certainement possible du fait de l'amélioration des qualités aérodynamiques des avions dans une telle exploitation. Ce coefficient d'amélioration appliqué au prix réel précédemment donné de 50 francs par tonne, donne :

$$\frac{50}{3{,}4} = 15{,}20$$

c'est-à-dire un prix très admissible.

Pour l'étape de 1.500 kilomètres sans escale, on trouve :

Pour $tg\varphi' = 0{,}18$, ... 25 francs ;
Pour $tg\varphi' = 0{,}12$, ... 7 fr. 20 ;
Pour $tg\varphi' = 0{,}09$, ... 4 fr. 50.

Là, nous devons faire une nouvelle constatation qui est remarquable. Si les finesses sont bonnes, par exemple $tg\varphi' = 0{,}12$, les différences entre les prix de revient lorsqu'on fait 500, 1.000 ou 1.500 kilomètres avec ou sans escale, s'atténuent. Le tableau donne les prix suivants :

Pour 1.500 kilomètres en trois étapes : 4 fr. 70, en une étape : 7 fr. 20 ;

Pour 1.000 kilomètres en deux étapes : 5 francs, en une étape : 6 fr. 20.

Pour 500 kilomètres, en une étape : 5 fr. 70.

La différence est encore moindre si la finesse est meilleure. Pour $tg\varphi' = 0{,}09$ elle est presque nulle.

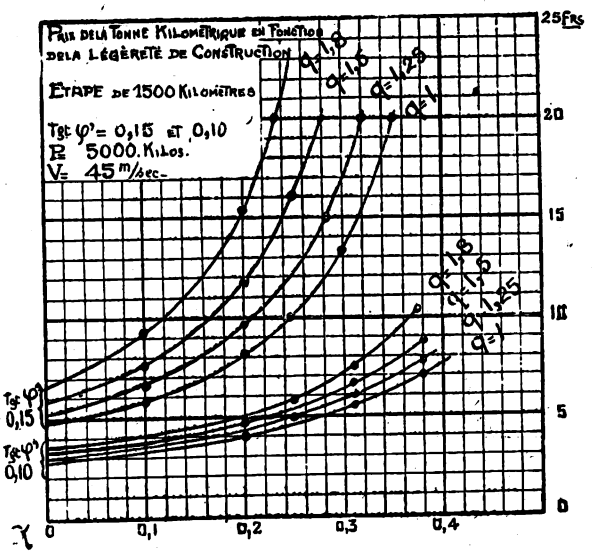


Fig. 258. — Tableau IV : Prix de la tonne kilométrique en fonction de la légèreté de construction.

L'influence de la grandeur de l'étape sur le prix de revient diminue donc très rapidement lorsque les finesses s'améliorent.

●●●

Digitized by Google

Ceci démontre la possibilité prochaine, par suite des progrès dans les qualités aérodynamiques des avions, d'allonger les étapes, sans augmentation sensible des prix de revient et de donner ainsi aux avions des facilités qu'ils n'avaient pas jusqu'ici, en s'affranchissant des relais multiples.

Les chiffres ci-dessus donnent certainement l'ordre de grandeur des prix de revient probables, car si une finesse apparente de 0,12 est difficile à obtenir avec des avions de 5 tonnes, on pourra par contre, gagner sur les autres données de la formule, que nous avons choisies très larges dans ce tableau, ainsi que cela ressort des chiffres que nous avons indiqués au début de cette étude.

Influence de la consommation spécifique.

J'ai supposé maintenant qu'avec le même avion que pour le tableau précédent on se donne la finesse et j'ai cherché, pour les deux cas d'étapes sans escale de 1.000 et 1.500 kilomètres comment varie le prix de revient avec la consommation spécifique du moteur. Les courbes que voici (fig. 256) résument cette étude pour les deux finesses de 0,10 et 0,15.

On voit que si la variation est peu importante pour l'avion fin, il n'en est pas de même pour un appareil de finesse 0,15, c'est-à-dire de l'ordre de celle des meilleurs avions de transport actuels.

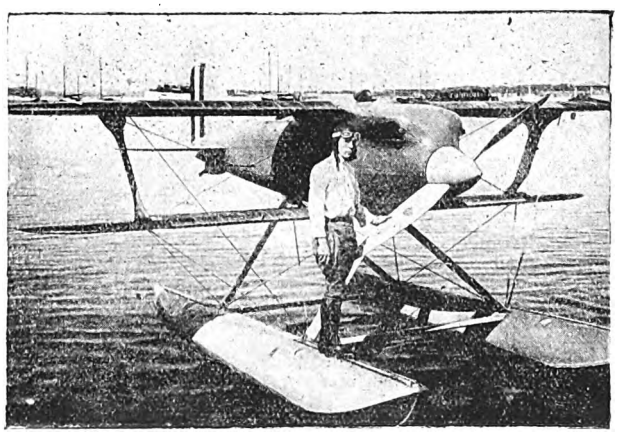


Fig. 259. — L'hydravion américain Curtiss, détenteur du record du monde de vitesse avec 394 kilomètres.

L'écart serait plus grand encore pour $tg\ \varphi' = 0{,}18$.

Pour un avion de finesse 0,15 et pour une étape de 1.500 kilomètres, une consommation spécifique du moteur supérieure à 300 grammes devient très vite prohibitive.

Influence de la légèreté.

Enfin, j'ai étudié (fig. 257 et 258) l'influence de la légèreté de construction, comprenant à la fois la légèreté du planeur, caractérisée par le rapport α de son poids au poids total de l'avion et de la légèreté du moteur, caractérisée par son poids au cheval q.

Les données sont ici le poids total de l'avion qui est supposé de 5 tonnes, la finesse $tg\ \varphi'$ prise égale à

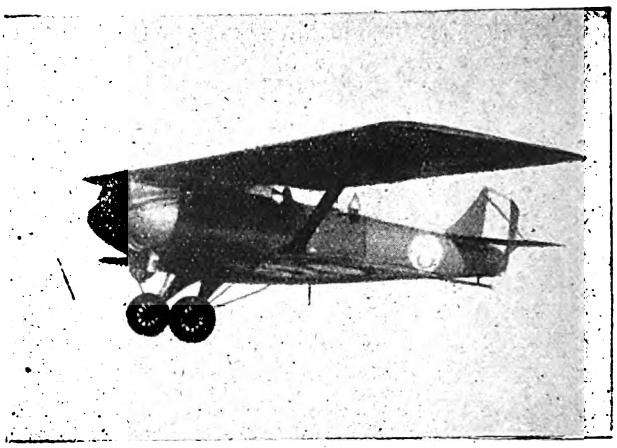


Fig. 260. — Un Bréguet 19 en vol. La silhouette de l'avion moderne.

0,15 et la vitesse de 45 m.-sec. soit 162 km.-h. La consommation du moteur a été prise de 300 grammes par cheval.

Le tableau donne, pour le cas de l'étape de 1.000 kilomètres, les courbes du prix de revient en fonction de la légèreté α de construction du planeur pour quatre valeurs différentes du poids spécifique du moteur $q = 1$; 1,25 ; 1,50 ; et 1,80.

On voit sur ces courbes la liaison qui existe entre ces deux poids du moteur et du planeur et que, de même qu'un moteur trop lourd ($q = 1{,}8$ par exemple), ne pourrait être admissible qu'avec une légèreté de planeur α très réduite, de l'ordre de 0,2, de même un α de 0,35 qui est celui des meilleurs avions bois actuels ne permet d'effectuer d'une manière suffisamment économique une étape de 1.000 kilomètres que si l'on peut disposer d'un moteur très léger.

Le deuxième tableau donne les mêmes courbes pour le cas de l'étape sans escale de 1.500 kilomètres, toujours avec $tg\varphi' = 0{,}15$. La croissance des prix de revient est ici beaucoup plus rapide, et on constate à nouveau l'impossibilité d'effectuer économiquement des étapes sans escale de 1.500 kilo

Digitized by Google

mètres si l'on ne dispose pas d'avions très fins et de construction très légère.

J'ai reproduit sur le même tableau les courbes correspondant au cas d'une finesse de 0,10. Les différences provenant des poids de moteur et la variation du prix de revient avec la légèreté de la cellule s'atténuent alors très rapidement. *La finesse est bien, ainsi que nous l'avons déjà constaté, la clef des longues étapes.*

La finesse doit donc être recherchée par tous les moyens, c'est-à-dire que, pour un avion de poids donné, les résistances aérodynamiques doivent être aussi réduites que possible et le rendement du propulseur aussi élevé que possible.

J'ai indiqué déjà que les constructeurs, sans trop s'écarter des formules actuelles, et sans trop extrapoller, c'est-à-dire en se bornant à des avions de 7 à 9 tonnes, peuvent actuellement espérer obtenir une finesse apparente de 0,12 (soit 9 % pour le planeur avec un rendement de l'hélice de 0,75) et des coefficients $\alpha = 0{,}25$ et $q = 1{,}15$.

rayons d'action actuels, tout en obtenant, ainsi que nous venons de le voir, des prix de revient très intéressants.

C'est donc elle qui nous permettra l'organisation de lignes à exploitation rémunératrice vers l'Orient et l'Extrême-Orient, et la liaison facile entre la France et ses grandes colonies africaines. Tous les grands raids de l'année dernière, où l'étape normale était de 1.500 kilomètres, sont les précurseurs d'une aviation commerciale nouvelle, affranchie de ces relais multiples dont la chaîne, à mailles trop serrées, constitue actuellement une véritable voie terrestre, dont les avions ne peuvent s'écarter et à laquelle ils sont enchaînés.

Ce sont ces relais qui ont fait assimiler dans tous les pays les réseaux aériens à des réseaux ferroviaires, assimilation qui est vraiment absurde. Ce sont également ces relais qui ont obligé les Compagnies aériennes à négocier des accords souvent peu faciles à obtenir avec les différents pays étrangers dans lesquels leurs avions étaient contraints de relâcher pour se ravitailler.

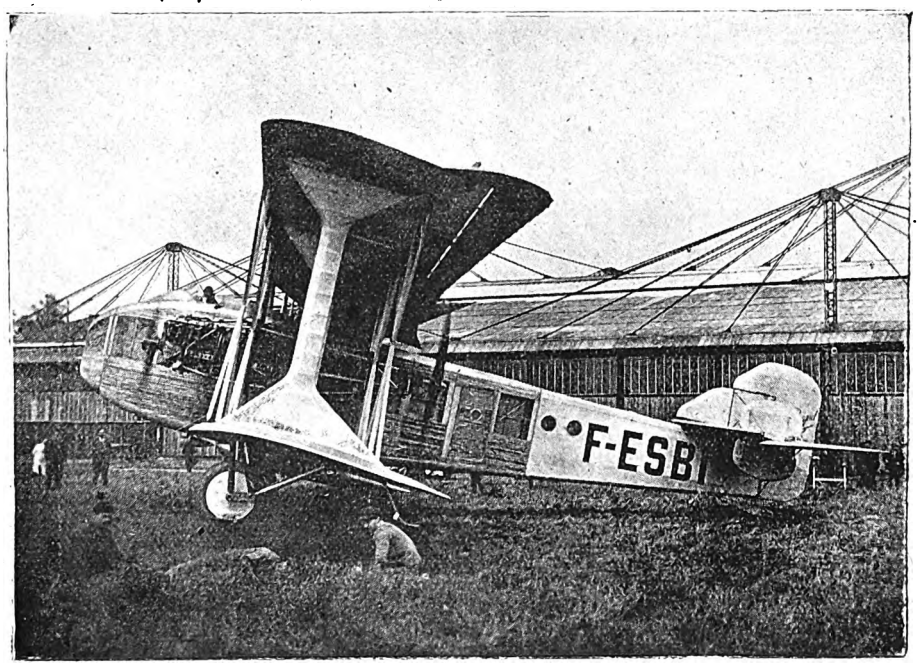


Fig. 261. — Le Léviathan Bréguet, type XXII, gros avion de transport à structure métallique.

Mais je pense qu'il est bien difficile de faire mieux avec des avions de cette taille, à moins d'augmenter le coefficient de légèreté de construction du planeur. On reperdrait ainsi d'un côté ce que l'on y gagnerait de l'autre.

Cette finesse apparente de 0,12 est d'ailleurs déjà remarquable. Alliée aux légèretés de construction que j'ai indiquées elle permet de tripler les

Les grands rayons d'action rendus possibles libéreront l'aviation commerciale de ses entraves actuelles et ce sera alors le développement rapide de ces lignes aériennes dont nous ne voyons encore que les embryons.

Mais un nouveau problème vient alors se poser, avec ces plus longues étapes, par exemple celles de 1.500 kilomètres, c'est le problème du confort.

Digitized by Google

1.500 kilomètres, c'est pratiquement 10 heures de vol, c'est Paris-Brindisi en un seul vol, Toulouse-Casablanca ou Marseille-Rabat ou Paris-Belgrade en un seul vol.

Pour séjourner 10 heures en vol, il faut un confort que nous ne possédons pas encore, il faut l'avion à couchettes, il faut le vol de nuit. Le confort et les couchettes sont uniquement une question de dimensions. Et avec des avions de 7 à 8 tonnes, un confort acceptable est très possible. De tels avions peuvent, en effet, comporter des fuselages de 2 mètres de large sur 2 mètres de haut, ce qui est le cas du *Leviathan* type XXII (fig. 261).

Quant au vol de nuit, il est réalisé pratiquement en Amérique. Il est très facile par nuit claire, avec de bons avions multimoteurs et, s'il est quelquefois difficile, voire même impossible, sur un parcours tel que Paris-Londres, quand les brumes et le brouillard empêchent toute visibilité, il est beaucoup plus aisé, dans des régions plus méridionales. Il n'y a aucun doute que, grâce à la sécurité de marche constamment accrue des groupes moteurs, il ne soit réalisé couramment dans l'avenir.

Il faut donc entrevoir comme certain l'avènement, dans quelques années, d'avions confortables, capables de rester 10 heures en l'air et de franchir 1.500 à 1.700 kilomètres sans arrêt ; le prix de revient de la tonne offerte — d'après notre formule — étant de 8 francs soit, avec les coefficients que nous avons admis tout à l'heure pour les aléas et les chargements incomplets, un prix d'exploitation réelle de 16 francs la tonne kilométrique.

On voit ainsi que, pour aller de Paris au Caire en deux ou trois étapes, la Compagnie dépenserait par passager (100 kilos) 5.600 *francs*. Elle pourrait donc offrir, tout en faisant un bénéfice appréciable, un billet de passage équivalent à celui des Compagnies de Navigation Maritime, avec leurs meilleurs navires à grande vitesse.

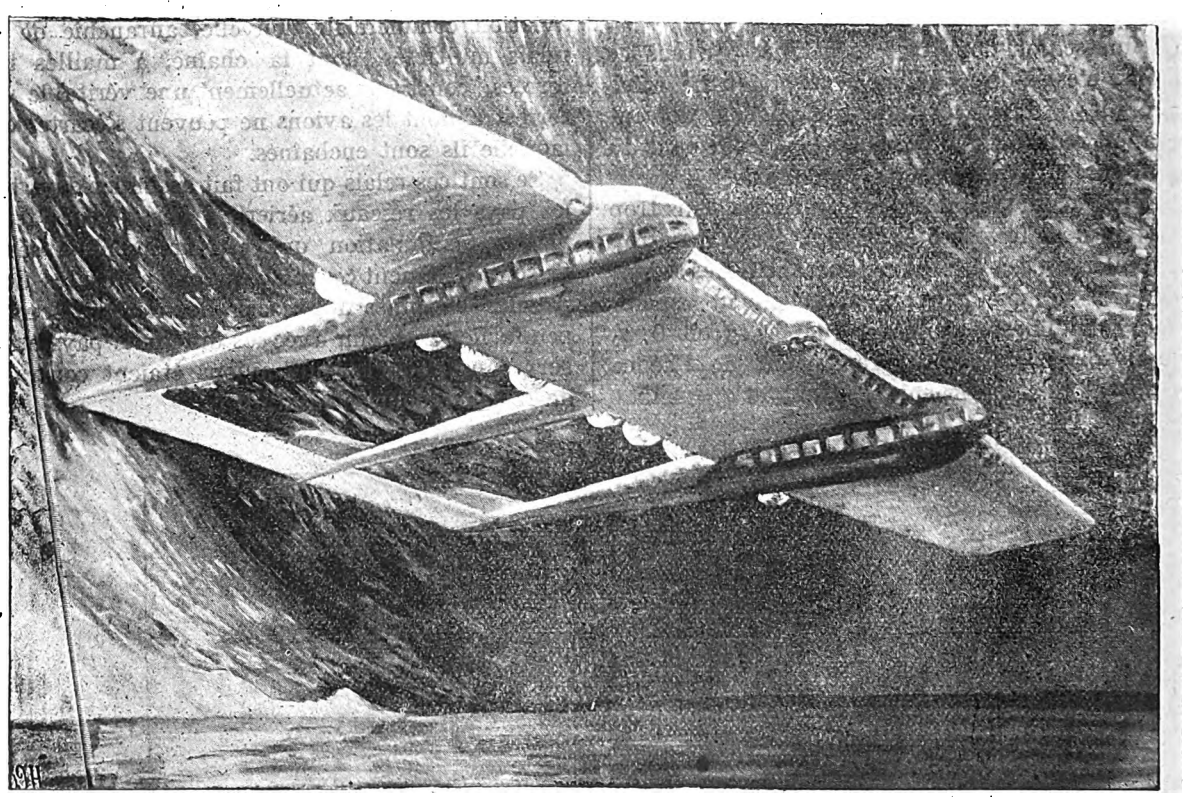


Fig. 262. — L'avion commercial de l'avenir. Avion transatlantique de Louis Bréguet, monoplan de 55 tonnes à ailes habitables.

***

Je veux, avant de terminer, dire quelques mots des extrapollations, c'est-à-dire des avions, très différents des meilleurs avions actuels, que l'ingénieur peut, dès à présent, entrevoir pour l'avenir. J'ai montré tout à l'heure les dessins d'un avion de 55 tonnes à ailes habitables (fig. 262) ; je me bornerai aujourd'hui à vous dire qu'avec de tels avions, qui mettent d'ailleurs en question de nombreux problèmes accessoires, la finesse apparente pourra descendre de 0,12 à 0,08, et que leur capacité de transport permettra d'envisager des rayons d'action de 4.000 kilomètres. Cela pourra donc être l'ancien

Digitized by Google

Continent relié au nouveau sans trop de difficultés. Paris-Les Açores-New-York ou Paris-Terre-Neuve-New-York ; nous verrons cela avant dix ans, je l'espère.

La France a été le berceau de l'aviation, ainsi que celui de l'automobile et de bien d'autres grandes inventions ; elle se doit de continuer à rester à la tête des progrès en Aéronautique. Certes, nous y sommes activement encouragés par notre Sous-Secrétaire d'État à l'Aviation, M. Laurent-Eynac, auquel je rends ici un public hommage. Mais la concurrence est aujourd'hui très rude. Toutes les nations dans le monde ont compris l'importance économique et militaire de l'aviation. Des encouragements puissants sont donnés partout, et l'Allemagne, en particulier, s'est attachée à cette question de l'aviation commerciale avec une vigueur qui doit plus que retenir notre attention.

Nous avons les moyens de garder, si nous en avons la volonté, notre première place, mais ces moyens resteront diminués tant que la France n'aura pas retrouvé son équilibre économique. Il faut que dans la paix intérieure notre pays poursuive une politique de travail opiniâtre, et surtout de rendement dans le travail...

Je conclurai, Messieurs, en répétant que c'est la Science et sa Technique qui ont fait les civilisations humaines, qui ont accru les pouvoirs de l'homme et, par conséquent, ont élevé son esprit. Que l'on donne en France à la Science et à sa Technique réalisatrice la première place, et nous pouvons être confiants en l'avenir.

Louis BREGUET.

LES PRINCIPES DE LA PSYCHOLOGIE

Nouvelles Méthodes dans l'Étude du Processus Mental

Quand on parle de « philosophie » devant un homme de sciences, il est tenté d'esquisser un sourire, cynique ou indulgent selon son caractère, tant il est vrai que le mot même, un des plus beaux qui existent, est tombé dans le discrédit, et cet autre mot, psychologie, est en train de suivre son ancien sur cette mauvaise pente. Les vieux Grecs, auxquels nous sommes redevables des premières notions de tout ce que nous connaissons en fait de science moderne, pensaient tout autrement, car ils sentaient bien que le grand intérêt des observations, des expériences, de la connaissance des lois générales mêmes du monde physique, consiste dans l'éclaircissement qu'elles apportent aux problèmes de la psychologie et aux conceptions philosophiques.

Certes, ils voyaient tout cela d'une manière trop étroite. Ils méprisaient indûment le travail mécanique et le maniement des instruments : par là ils ont perdu la gloire des inventions et des découvertes qui, à leur tour, ont fait jaillir la lumière sur les questions du domaine de la philosophie. La plupart de nos savants modernes ont trop fait pencher la balance de l'autre côté. Ils voient dans leur propre science seule les méthodes exactes, le raisonnement logique, le contrôle par l'expérience, enfin, les féconds résultats. Si par courtoise, ils consentent à lire un livre de philosophie, ils s'irritent du manque de ces qualités qu'ils ont le droit de trouver dans un mémoire scientifique.

Jusqu'à ce point, moi, philosophe — si j'ose dire — je trouve qu'ils ont raison ; mais une exposition défectueuse d'une manière personnelle de penser n'est pas synonyme de « philosophie ». Par ce mot, j'entends un système de pensées qui, sans entrer nécessairement dans le détail des recherches des spécialistes, comprend une connaissance des méthodes scientifiques, suffisante pour faire apprécier les résultats obtenus.

Grâce aux lumières apportées par les diverses sciences, le philosophe cherche à se former des notions exactes du monde qui l'environne, et, tout en désirant s'orienter selon les données de la science, dans le cosmos, il forme des conceptions plus justes de ce qui est, en fin de compte, le sujet le plus intéressant de tous : l'éthique.

Je ne fais que toucher barre ici, en disant que les lois directives de l'éthique doivent avoir des bases objectives, c'est-à-dire reposer sur la connaissance toujours plus large et intime des conditions réelles qui déterminent notre vie, ce qui permet d'éviter les erreurs des systèmes fondés sur des notions préconçues, préjugés ou préférences personnelles.

Cette manière de voir est le point de départ de mes études psychologiques, car en lisant les œuvres philosophiques, ou même des expositions scientifiques d'une grande portée, on se voit continuellement reporté aux idées qu'on appelle « métaphysiques », du fait que leur véritable nature et leur relation aux autres parties de la science sont nuageuses.

Pour brûler les étapes, je dis que l'étude de la philosophie, de l'éthique et, enfin, des sciences particulières, repose et doit reposer sur la psychologie, à condition que la psychologie elle-même soit bien établie et clairement illuminée dans ses

Digitized by Google

fondations et sa structure, jusqu'à faire voir la véritable nature d'autres problèmes en apparence plus objectifs.

Si l'on cherche dans la littérature philosophique un système de pensées qui soit en état de satisfaire à ces demandes, on n'en trouve point. La plupart ont l'air de jouer avec un tas de fils enchevêtrés, et de les tirer ici et là, au hasard, sans principe de recherche, ni conclusion valable.

La philosophie est dans un état comparable à celui de la mécanique avant Galilée. Pendant mille ans, des gens intelligents et doués même d'une curieuse subtilité, discoururent dans le vague.

Nous n'avons aucune difficulté à reconnaître que c'était un non-sens. Si c'en est un de nos jours, c'en était un à l'époque où ils passaient pour la fine fleur de la sagesse humaine. En lisant nos contemporains, surtout ceux qui reflètent le mieux la vieille culture académique en Angleterre, si je n'arrive à des conclusions pareilles ou si je ne les avoue, c'est que je suis plus influencé par des considérations de prudence que guidé par la rigueur intellectuelle. Je me borne dans ces conditions à dire qu'il arrivera sûrement un moment, dans l'histoire du monde, où quelque chercheur acharné retrouvera les traces de cette philosophie, et, en les relisant, restera ébahi et presque admiratif devant cette faculté d'amonceler des phrases et des volumes, sans le concours d'idées cohérentes.

Quel sera donc le caractère d'une véritable psychologie? Ma réponse est celle-ci : la psychologie, si elle veut sortir des ténèbres et se constituer comme science, doit suivre un cours parallèle à celui des sciences exactes, comme la géométrie ou la physique. Galilée — on ne saurait le citer trop souvent en exemple — a cru devoir jeter par-dessus bord les doctrines des faux disciples d'Aristote pour poser péniblement les premières pierres d'une construction nouvelle, fondée sur des réalités.

Quelque chose de semblable est-il possible en psychologie? Est-il possible de commencer par des choses simples, et graduellement de construire l'édifice de cette science, faisant attention à chaque pas que les matériaux soient solides et bien assis? Je dis, oui. Je fais mieux : il est possible de calquer cette science sur le développement de l'esprit. Il est possible, en effet, de découvrir des processus fondamentaux de la pensée, qui sont analogues, dans le domaine psychologique à ceux des éléments chimiques; il est possible de montrer leur manière de se combiner; il est possible, enfin, d'indiquer la méthode d'analyse par laquelle on peut réduire nos pensées à leurs éléments — ces processus fondamentaux dont j'ai parlé — et, inversement, de faire voir par quels principes il est possible d'effectuer les combinaisons les plus complexes.

La solution de ce problème constitue le fond du système aléthéian, dont j'ai donné une exposition minutieuse dans mon livre « Principles of Psychology »; où, d'ailleurs, j'ai montré les applications dans une série étendue de développements (1).

Je ne puis donner dans cet article tous les détails de la méthode que j'ai suivie pour trouver les « Procès fondamentaux; », pour cela il faudrait rédiger un volume. Mais, sommairement, et à titre d'indication, je veux au moins donner une idée de mon argumentation.

---

(1) Dans toute la littérature de ce sujet, on ne trouve que deux personnes qui aient envisagé le problème central de cette manière : Aristote et Kant. On dit que le penseur grec a obtenu ses « Prédicaments » en cherchant dans les grammaires de son temps, et que Kant a, dans la même intention, fouillé dans les livres de logique pour ses « Catégories ». Je suis enclin à penser autrement, car je vois dans le choix d'Aristote les évidences de son propre génie, et Kant, me semble-t-il, n'a fait que démarquer cette œuvre d'analyse de son devancier, sans l'avoir améliorée. Mais ni l'un ni l'autre ne s'était suffisamment attardé à ce travail préliminaire de trouver un principe de classification, et, faute de ce point essentiel, leur liste de « catégories » n'évite ni la redondance ni l'insuffisance. Le véritable critérium d'une psychologie scientifique se trouve dans la réponse à la question : Peut-on montrer la série de « catégories » ou, comme je préfère les appeler, « Procès Fondamentaux de l'Esprit », qui sont bien déterminés, et, pour employer une phrase effective dans la mathématique, « nécessaires et suffisants » pour couvrir toute l'étendue du champ mental.

Si un système ne peut donner cette assurance, il est défectueux jusqu'au point d'être illusoire; s'il peut répondre affirmativement, alors, n'importe quelles puissent être les erreurs possibles des applications particulières, il a jeté les bases d'une science vraie de psychologie, capable de développement sans limites. Voilà le noyau du système de la philosophie aléthéianne.

Il n'est pas nécessaire de considérer les disciples de Kant, parce qu'ils prennent pour point de départ son œuvre d'analyse. Ceux qui ont ouvert des nouvelles voies ont restreint leurs activités aux études particulières, à la psychologie expérimentale, par exemple, à la biologie, tant qu'elle touche à la psychologie, mais par ces études, si intéressantes qu'elles soient, il n'est pas plus possible d'obtenir les connaissances que nous cherchons, que d'après les recherches admirables du botaniste Brown, on aurait vu nécessairement surgir les principes du Darwinisme. Cela a demandé un exercice d'intelligence d'un tout autre ordre.

Dans ce coup d'œil, je ne peux manquer de remarquer l'œuvre de Herbert Spencer; mais dans une autre étude — dans mon livre, *Hthics* — j'ai soumis ce système à un examen critique, qui consistait dans la recherche de son « idée germinale », clef de son œuvre, et, ensuite, l'exposé de sa manière de développement. Les mathématiciens comprendront la portée de cette critique, quand je dis : Il fait voir plus de variables que de moyens de les déterminer.

Digitized by Google

Je commence par séparer ce que j'appelle « représentation immédiate », qui n'est pas nécessairement une sensation simple. Il est, en effet, impossible d'isoler les sensations. Je fais une première grande division entre les représentations, dont l'origine, même lointaine, est évidemment externe, et d'autres où cela ne saute pas aux yeux.

Toutefois, et en empruntant à la psychologie ses données élémentaires, je montre, d'un côté, que les actions externes ne sont qu'une partie d'une chaîne qui se termine à une excitation centrale. Le résultat psychique est tout autre chose que le stimulus ou l'action cérébrale ; ceux-ci ne font que le fait de conscience. Ensuite, je montre que les représentations d'origine « subjective » ne diffèrent des autres que par les circonstances du stimulus extérieur. Donc, nous n'avons à considérer dans ces représentations immédiates que leurs qualités psychiques. Leur étendue est celle même de nos sens, bien que nos sens soient plus nombreux qu'on ne le pense généralement. Ensuite, je distingue entre une série ou assemblage de représentations (sensations, par exemple) et le « schéma » de cet assemblage ; comme, pour donner une illustration grossière, entre la figuration coloriée d'un tapis et sa trame.

Ayant indiqué les limites du champ des représentations, nous pouvons, sans manquer de rigueur, en étudier le schéma.

Comme je cherchais les Procès fondamentaux, c'est-à-dire ceux qu'on ne peut réduire à de plus simples, je pris pour tâche de considérer particulièrement, et d'une façon concentrée et minutieuse, une simple action psychique, telle que celle de « compter ». Je fus ainsi amené à répondre définitivement à une question qui a hanté l'esprit des philosophes, et dont les réponses sont très variées : celle de savoir sur combien d'objets la pensée peut se fixer à un moment donné. Par des arguments que j'ai présentés comme décisifs, j'arrive à cette conclusion : à chaque instant, on ne peut faire attention qu'à un seul objet, et à sa relation avec un autre qui commence à occuper l'attention au moment même où le premier commence à disparaître de cette attention.

D'une autre série d'analyses, où j'examinai tous les procès intellectuels qui entrent en jeu dans l'exercice des mathématiques, je démontrai que tous reposaient finalement sur la faculté de compter. Mais cette faculté s'étendant à toutes les choses numérables, c'est-à-dire, d'après l'analyse antérieure, à toutes nos représentations, nous embrasserons toute l'étendue de nos connaissances, si nous comprenons dans ce regard tout le schéma des procès essentiels des mathématiques. Du même coup, nous aurons la compréhension des qualités spéciales des « représentations immédiates » qu'il faut associer à notre schéma (qui est une abstraction) pour obtenir dans leur réalité des perceptions psychiques.

Je laisse de côté un nombre de considérations, dont on trouvera la discussion dans mon livre.

Les « Procès Fondamentaux » auxquels je suis arrivé par l'analyse ont l'air, non pas d'être saisis par des recherches hasardeuses, mais de se présenter naturellement, nécessaires et suffisants. En même temps, on voit que c'est seulement en suivant une route pareille qu'on a pu s'assurer du résultat voulu. Voici la série des Procès fondamentaux :

(1) Représentation immédiate, (2) Sens d'Unité, (3) Association, (4) Sens Hédonique, (5) Mémoire, (6) Sens d'Accord (ou Discrimination), (7) Généralisation, (8) Sens d'Effort, (9) Impulsion (ou sens positif), (10) Négation, (11) Temps, (12) Espace.

Ainsi présentée, la série n'exprime pas tout ce qu'elle veut dire, et quelques termes demandent des explications.

Il pourrait surprendre, par exemple, de trouver une faculté, regardée ordinairement comme la marque d'un haut développement, telle que la généralisation, indiquée ici comme nécessaire pour des pensées simples. Mais il est possible de s'assurer de cette vérité : c'est par le procès élémentaire de généralisation, allié à celui d'association, que nous sommes en état d'employer des symboles. Généralisation, Classification, Symbolisation, d'une manière ou d'une autre, sont les facettes de la même opération. Le « sens hédonique » veut dire que la cause de la pensée est orientée dans un sens — j'emploie ici seulement des indications — de plaisir ou de satisfaction. Le sens d'Impulsion est le germe, pour ainsi dire, de ce que nous appelons la volonté. Chacun de ces procès a un procès inverse, et cette différence est fondamentale. J'ai indiqué ceci plus haut. Le sens d'Effort est l'objet d'une étude très détaillée que j'ai faite ailleurs ; il a été très discuté par des psychologues célèbres, dont quelques-uns, le célèbre William James, par exemple, sont allés jusqu'à nier l'existence. Il existe bien cependant, j'en ai donné la démonstration, et il est nécessaire à notre manière de penser ; il est un autre composant de la volonté, et il nous aide à relier les représentations avec des mouvements, enfin avec le monde extérieur.

Mais ces procès forment dans leur action un véritable mécanisme. Pour donner une indication de fonctionnement, j'emprunte à la psychologie une simple donnée, savoir que le développement du cerveau est économique.

Montrons-le par un schéma grossier.

Digitized by Google

Le point A peut indiquer soit un nœud (un ganglion) de substance nerveuse ou, autrement, peut-être le symbole d'une représentation. (Cette représentation est en réalité le résultat d'une vaste série de forces. Chaque résultat, à son tour, est le commencement d'une nouvelle série d'action comparable à un courant qui trouve sa voie.

B est encore une représentation. La ligne AB, marquée par un filament nerveux, représente aussi une relation, l'association de A et de B.

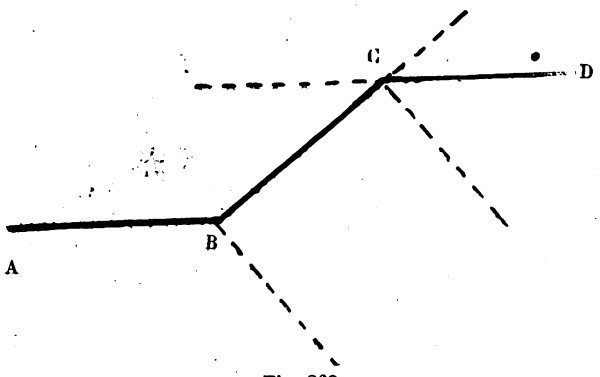


Fig. 263.

Arrivée à B, qui est le point de départ de deux (ou plusieurs lignes) l'impulsion continue, et la direction BC est déterminée par des conditions, dont il n'est pas nécessaire qu'elles se manifestent en impressions psychiques.

Arrivés à C, point de départ encore d'une nouvelle série de lignes, nous voyons entrer plus clairement en jeu la mémoire, représentée par la ligne CA et, par conséquent, la Discrimination, la Généralisation et, ensuite, l'Impulsion, le sens d'Effort, pour déterminer la direction de la nouvelle ligne.

Je regrette presque d'avoir donné cette indication graphique, tant il faut passer sous silence une série d'explications, et tant elle laisse subsister de malentendus. Elle sert au moins à faire voir la réalité d'un mécanisme.

Les Procès fondamentaux ne forment pas une simple liste, mais plutôt les éléments d'un mécanisme. Ceci, bien entendu, si on accepte les indications du graphique ci-dessus. On peut les exprimer dans ce tableau :

Le Temps, L'Espace } Conditions Universales
Représentation *immédiate* + Impulsion + Sens hédonique
Conditions de fonction
(*ci-inclus* : Sensation
le Sens d'Effort
implique : le Sens d'Unité
Association + la Mémoire
(Négation)
qui produisent le Sens d'Accord (*ou* Discrimination) *qui donne lieu* à la Généralisation *qui* amène la Classification *et* la Symbolisation.

Ce n'est pas par hasard que j'ai choisi comme exemple cet élément de la structure du cerveau, car, en poursuivant ce système, on a une idée aussi de la forme de développement du système central nerveux. Entre les systèmes psychique et physique, il y a une corrélation étroite, bien que cela ne veuille pas dire, comme paraît le penser une école allemande (Büchner et autres), que la pensée est une espèce de produit, même physique, du travail cérébral. Ces trouvailles-là dénotent moins un progrès scientifique, qu'une incapacité déplorable à traiter de ces questions.

Quant au développement et aux applications, j'ai déjà examiné ailleurs chacun des procès ; la Mémoire, par exemple, dans une série d'expériences destinées à donner des résultats réels et aussi précis que possible.

Les Procès sont tous reliés entre eux, comme les éléments d'un mécanisme qui ne peut subsister comme mécanisme du moment qu'on découpe ses parties en pièces distinctes.

Le système devient un instrument d'analyse qui permet d'aborder heureusement une foule de questions qui sont parvenues à nous depuis les Grecs, la question, par exemple, de l'Éternité.

Nécessairement, la psychologie envisagée de cette manière touche à toutes les sciences ou, plutôt, elle entre essentiellement dans leur développement. En n'empruntant à la psychologie que cette donnée de l'efficacité de la structure du système nerveux, j'ai examiné à nouveau la question de l'aphasie qui est liée à la circonvolution de Broca, et je suis arrivé à des conclusions justifiées par l'œuvre brillante de Marie dans sa série d'observations cliniques, contrôlée par l'histologie.

Dans un autre domaine, je dis que ce système jette la lumière sur une série de problèmes mathématiques : théorie des fonctions, questions de l'infini et des imaginaires, critique de systèmes tels que les Quaternions de Hamilton, etc.

Je pourrais continuer. Ce serait superflu. Evidemment, la psychologie scientifique est la matrice d'où sortent toutes les sciences qui ne sont diverses que par les limitations de notre intelligence. C'est le fait central qui donne le véritable sens de la corrélation des sciences entre elles.

Arthur LYNCH.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Chimie physique

Sur la stabilité des nitrocelluloses. — L'étude de la stabilité des nitrocelluloses est une opération courante dans l'industrie du celluloïd et dans la fabrication des poudres sans fumée. Cependant les résultats obtenus, bien qu'intéressants pour la pratique, n'ont pas toujours une signification théorique précise. Ainsi que le remarque M. J. Duclaux, dans une étude importante qu'il a consacrée à ce sujet (*Revue générale des colloïdes*, septembre 1925), les recherches faites jusqu'ici laissent de côté un des éléments principaux du problème : l'influence que la constitution intime de la nitrocellulose peut avoir sur sa stabilité. S'il s'agissait d'un produit cristalloïde, cette influence serait négligeable, car tous les échantillons d'un produit cristalloïde ont en général la même constitution à l'échelle moléculaire. Mais il n'en est pas de même pour un colloïde de nature micellaire, dont les micelles peuvent être assemblées de bien des manières. Et M. J. Duclaux a établi que, pour une même composition chimique, la stabilité de divers échantillons de nitrocellulose varie avec leur constitution ; ce qui peut amener à modifier la technique à suivre pour stabiliser la nitrocellulose.

M. Duclaux part de nitrocelluloses stabilisées de diverses manières qu'il dissout dans un mélange d'alcool et d'éther, coule sur des lames de verre et laisse sécher dans des conditions variées. Les diverses lames produites à partir d'un même échantillon de nitrocellulose ont ainsi rigoureusement la même composition chimique et ne peuvent différer que par leur épaisseur et leur constitution physique.

Il étudie la stabilité en chauffant les lames à 100° ou 110° dans une étuve. On peut suivre la marche de la dégradation : 1° Par la diminution de poids qu'éprouvent les lames après une certaine durée de chauffe ; 2° par la viscosité à 25° des solutions dans l'acétone sous une concentration voisine de 2 % ; ayant tracé la courbe qui représente la viscosité des solutions en fonction de la durée de chauffe de l'échantillon, on prolonge la courbe tracée expérimentalement de manière à obtenir le temps nécessaire pour que la viscosité fût égale à celle du solvant pur ; ce temps S peut être pris comme mesure de la stabilité de l'échantillon.

A titre d'exemple, un échantillon de poudre B ayant subi les épreuves officielles donne des résultats voisins de 50, c'est-à-dire que si la viscosité diminuait toujours aussi vite qu'au début, elle deviendrait nulle (en solution de 2 %) après environ cinquante heures à l'étuve à 110°. Un coton-poudre mal lavé donne des nombres souvent plus petits que 1 ; d'autre part, le nombre le plus élevé observé par M. J. Duclaux a été 65. L'échantillon correspondant perdait environ 2 % de son poids après huit heures à l'étuve à 110° et était en apparence absolument inaltéré ; cependant la dégradation était mise en évidence par une diminution de viscosité de 12 %.

M. J. Duclaux a constaté que les diverses lames ainsi préparées, avec tout le soin possible, à partir d'un même échantillon de nitrocellulose, ont des stabilités différentes suivant leur mode de préparation, c'est-à-dire que la stabilité n'est pas fonction de la seule composition chimique. La stabilité d'une nitrocellulose, qu'on la mesure par la perte de poids ou par la viscosité, apparaît comme soumise à des influences de structure indépendantes de sa composition et ne pouvant être attribuées qu'à son état physique.

L'étude générale des conditions dont dépend la stabilité est extrêmement complexe. En particulier M. J. Duclaux a constaté qu'on ne peut pas la caractériser uniquement par la densité du produit. Des nitrocelluloses de même densité ont des stabilités qui diffèrent parfois très notablement.

Toutefois, il a constaté que les échantillons de nitrocelluloses obtenues par évaporation d'une solution faite dans un solvant unique (formiate d'isobutyle et d'oxyde de mésityle) sont plus constants et plus stables que ceux obtenus à partir de solutions dans un mélange d'alcool et d'éther. La même nitrocellulose a donné, par exemple :

Dissoute dans l'alcool éther (diverses préparations)	2,9	3,2	3,4	4,0	5,3	5,5
Dissoute dans un mélange de formiate de méthyle et d'alcool méthylique	1,9	3,0	3,0	3,3		
Dissoute dans le formiate d'éthyle	3,0					
Dissoute dans le formiate d'isobutyle	13,0					

« En résumé, conclut M. J. Duclaux, la stabilité de la nitrocellulose est conditionnée principalement par sa composition chimique ; mais elle est aussi sous la dépendance de sa constitution physique, dont les modifications peuvent la faire varier dans le rapport de 1 à 6 au moins.

« Ces modifications s'accompagnent d'une variation dans la densité.

« Un état physique constant s'accompagne d'une stabilité constante. On peut le réaliser en dissolvant la nitrocellulose dans un solvant homogène peu volatil. Le produit ainsi obtenu est plus stable que ceux résultant de l'emploi de solvants volatils purs ou mélangés ».

A. Bc.

Physique du Globe

L'atmosphère supérieure. — L'atmosphère supérieure fait actuellement l'objet d'investigations très diverses. Au Congrès de la British Association, tenu à Southampton en septembre 1925, le Dr Simpson a traité de nos connaissances météorologiques actuelles (1). D'autre part, en mars dernier, la Royal Society organisait une discussion générale sur l'état électrique de l'atmosphère supérieure (2).

L'abaissement de la température avec l'altitude n'a lieu qu'au sein d'une couche inférieure, la troposphère. L'épaisseur de la troposphère, qui atteint à l'équateur une vingtaine de kilomètres, est beaucoup moindre aux pôles où on l'évalue à 6 km. en hiver et 4 km. en été.

Dans la troposphère, la température est fonction de l'altitude. Au-dessus de la troposphère se trouve une se-

(1) *Engineering*, 18 septembre 1925.
(2) *Nature* (de Londres), 13 mars 1926.

Digitized by Google

conde couche, la stratosphère, dans laquelle la température varie très peu. On peut considérer qu'à 20 km. d'altitude il y a en moyenne —80° au-dessus de l'équateur et —30° au-dessus des pôles, au lieu de +27° et —23° respectivement en ces mêmes endroits, à la surface de la terre.

Après être demeurée sensiblement constante dans la stratosphère, la température, au delà de 60 km. d'altitude, recommencerait à croître. D'après Sydney Chapman, elle atteindrait de 20° à 25° à 100 km. A cette altitude, la pression et la densité de l'air se trouveraient réduites au cent-millième de ce qu'elles sont dans les conditions ordinaires. Les libres parcours des molécules, devenus très grands, seraient de l'ordre de 3 cm., tandis qu'au niveau du sol ils ne sont guère que 10^{-5} cm. environ.

Troposphère et stratosphère, nettement distinctes, flottent l'une au-dessus de l'autre. L'expérience décrite par Margulies, à Vienne, semble offrir une image fidèle des phénomènes. Dans une cuve divisée en deux par une cloison poreuse, on munit l'un des compartiments d'huile et l'autre d'eau. Après un certain temps, l'huile se trouve soulevée par l'eau, sans qu'elle-même, d'ailleurs, s'élève au sein de cette dernière. De même, dans la machine thermique atmosphérique, où l'énergie solaire se convertit en énergie cinétique, l'air froid se glisse au-dessous de l'air chaud, sans qu'il y ait de mélange direct notable. Les surfaces de discontinuité de l'atmosphère, étudiées surtout par Bjerknes, sont d'importants facteurs dans l'origine et la structure des cyclones; il en est de permanentes et de temporaires.

Selon C. T. R. Wilson, il y aurait, à la surface de la terre, une progression continuelle de 1.800 orages, accompagnés d'éclairs lumineux à raison d'une centaine en moyenne par seconde. D'après la quantité d'électricité dans chaque éclair, ces orages représenteraient une énergie de 10^{12} watts, réserve énorme qui ne correspond encore qu'au dix-millième de l'énergie calorifique reçue du soleil. Des champs électriques, de l'ordre de 10.000 volts par cm., existeraient au voisinage des éclairs; on a suggéré que le déplacement des électrons dans ces champs puissants pourrait être l'origine de la radiation pénétrante de l'atmosphère, mise récemment en évidence par Millikan.

Une question, rendue d'actualité par les recherches de T. S. F., est celle d'une couche ionisée de l'atmosphère, postulée par Heaviside, pour rendre compte de la propagation des ondes hertziennes le long de la surface de la terre. Il n'est pas nécessaire, fait observer Rutherford, de supposer un agent ionisant très efficace. Aux niveaux élevés, en effet, la recombinaison des ions doit être assez lente pour qu'une production relativement faible assure une ionisation permanente uniforme.

On a imaginé de nombreuses expériences pour décider de la réalité de la couche de Heaviside. Dans des essais à la Radio Research Board, rapportés à la Royal Society par Sir Henry Jackson, des ondes de 12 m. étaient envoyées d'un bateau transmetteur. Les signaux n'étaient perçus par la station réceptrice que pour certaines distances d'émission, et restaient inaudibles pour des distances intermédiaires Ces résultats s'expliqueraient peut-être par une couche ionisée, ne renvoyant les ondes à la terre qu'en des régions déterminées.

D'autres expériences, en particulier celles de Appleton et Barnett, ont été tentées sur l'interférence entre deux séries d'ondes issues d'une même source et ayant voyagé, l'une le long de la surface de la terre, et l'autre à travers les régions supérieures de l'atmosphère. Dans tous les essais de ce genre, les effets observés semblent beaucoup varier avec la longueur d'onde utilisée, et vraisemblablement, il s'agit de recueilir encore un grand nombre de données, avant de pouvoir formuler quelque conclusion. S. V.

Statistique

La Situation économique de la Syrie et du Liban. — Une amélioration sensible de la situation économique de ces régions en 1924 est constatée par l'*Économiste Français*. En 1924 ces pays ont importé 337.911 tonnes valant 340 millions de francs contre 281.917 tonnes valant 247 millions en 1923.

Voici le mouvement des ports et de leur trafic :

Beyrouth (tonnes)	1922	1923	1924
Importations	203.304	203.849	233.131
Exportations	18.866	39.689	35.801
Transit	6.774	10.055	15.450
	228.944	253.593	284.372

En 1924 le port a été visité par 656 vapeurs de commerce, 1.357.930 tonnes. La France, en tête, avec 171 vapeurs 557.819 tonnes. En ce qui concerne Beyrouth nous pouvons signaler ce fait digne de remarque : des paquebots des grandes lignes d'au delà de Suez font escale à ce port.

Alexandrette qui avait importé 24.500 tonnes environ en 1923 en a importé 55.046 en 1924. Ce port a exporté 16.040 tonnes en 1923, 19.976 en 1924. Pour Tripoli les exportations ont passé de 12.722 à 14.436 tonnes, mais les importations ont décru : de 46.234 elles sont devenues 39.248 tonnes.

La première place à l'importation est tenue par l'Angleterre, la seconde par la France, l'Italie, la Belgique puis l'Allemagne viennent ensuite. La Tchécoslovaquie a beaucoup développé son commerce d'importation en Syrie.

Voici quelques nombres :

Importations en Syrie : en francs	1923	1924
Angleterre	120.603.499	139.375.422
France	81.135.543	113.679.527
Belgique	32.758.879	49.294.889
Italie	57.228.498	77.866.965
Allemagne	35.287.261	25.903.423
Tchécoslovaquie	6.000.000	14.000.000

L'Économiste Français remarque que la concurrence est active sur le marché syrien. Il rappelle que la France est sous le régime de l'égalité économique absolue, imposé par le mandat, vis-à-vis des autres nations faisant partie de la S. D. N.

Les Exportations globales de 1924 sont de près de cent pour cent supérieures à celles de 1923. Elles ont atteint 339.923.666 francs dont 98.394.571 pour les réexportations.

Les exportations se font surtout par Damas 32 %, Alexandrette 26 ½ %, Beyrouth 25 %, Tripoli 10 %, nombres de 1924.

Exportations vers : Turquie 76.500.000 fr.; Palestine 55.520.000; France 52.528.000; États-Unis 24.900.000; Transjordanie 22.727.000; Italie 15.408.000; Angleterre 12.934.000; Mésopotamie 11.942.000 fr.

De quoi se composent ces exportations? Les soies, les laines et les cotons trouvent un débouché en Europe

Digitized by Google

et en Amérique. Les peaux, les abricots, les pistaches, les amandes, divers autres fruits, le blé dur, les légumineuses, des plantes médicinales ou industrielles (scamonnée, valonnée, noix de galle, graines jaunes, etc.) les cires, sont parmi les produits exportés en quantités notables.

La production de la soie en 1924 est caractérisée par les nombres suivants :

Cocons frais : 2.800.000 kilogs qui ont donné :

cocons secs :	332.000	— d'où l'on a tiré
soie grège titres fins	105.000	—
soie scandaran	35.000	— pour les usages locaux
frisons	42.000	—
crapauds	12.000	—
bassinés	55.000	—

L'exportation de 1924 a été de 232.700 kg. de cocons secs, de 127.000 kg. de soie et 115.000 kg. de déchets.

Pour 1925 on a importé près de 95.000 boîtes de graines de vers à soie de 25 grammes, représentant une énorme augmentation sur 1923.

La production de la laine en 1924 a été 5.050 tonnes, en suint (2.675 tonnes, lavée).

Le coton a donné 30.000 balles de 100 kilog. de la variété locale yerli.

La conclusion de M. Olivier Richot à son étude de l'*Economiste Français* est que la Syrie est en pleine rénovation économique. Cette remarque fait d'autant plus regretter que l'ordre ne règne pas en ce pays à l'heure actuelle.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Métallurgie

Les aciers pour automobiles. — Pour l'automobile aussi bien que pour l'aéroplane, il faut des aciers possédant des qualités spéciales telles que résistance élevée à la traction, résistance à l'usure, résistance à la corrosion et rendement magnétique élevé. On fabrique une série intéressante d'aciers pour pièces de machines et de transmissions en ajoutant de 1 à 4 % Ni à un acier contenant environ 0,3 % C. L'un des plus répandus de ces aciers, est l'acier contenant 3 % Ni. On l'emploie fréquemment pour les arbres coudés et les arbres de transmission. On emploie beaucoup l'acier au chrome pour les pièces de machines et aussi pour les constructions. Pour cet acier, la teneur en chrome est d'environ 3 %, cet acier se traite facilement à chaud et a une résistance élevée s'élevant jusqu'à 126 kgs/mm². On emploie en outre l'acier au chrome pour les roulements à billes, on ajoute 1 % C pour lui donner la dureté voulue.

L'acier inoxydable employé surtout pour les soupapes dans les moteurs d'automobiles renferme de 12 à 16 % Cr. Ces aciers renferment aussi du carbone, ils ont une résistance très élevée; l'acier le plus résistant est l'acier à 12 % Cr qui peut avoir une résistance de 157 kgs/mm². La teneur en carbone dans ces aciers diminue l'inoxydabilité produite par le chrome et une teneur élevée peut faire disparaître complètement cette inoxydabilité.

Les aciers pour engrenages contiennent souvent du nickel et du chrome. Ce sont des aciers très résistants, de 94 à 110 kgs/mm², ils conviennent particulièrement par suite de leur résistance à l'usure.

On emploie beaucoup les aciers au vanadium pour les charpentes, surtout en Amérique. On employerait exclusivement cet acier dans la construction des voitures Ford.

Les aciers au chrome et au vanadium conviennent particulièrement à la fabrication des ressorts par suite de leur grande résistance. Trempé dans l'huile et recuit, un acier contenant 1,2 % Cr et 0,2 % Va a une résistance de 141 à 149 kgs/mm².

La qualité de l'acier employé pour les aimants a une grande importance. On obtient d'excellents résultats avec les aciers contenant 6 % Wo et trempés dans l'eau ou dans l'huile. On a récemment employé avec de bons résultats les aciers au cobalt pour les aimants permanents. On a essayé différents aciers avec des teneurs de 15 à 35 % Co; on a ajouté aussi du chrome et on a constaté que ces aciers avaient un rendement magnétique plus élevé que les aciers au tungstène. On est parvenu à réduire de moitié le poids des aimants par l'emploi de ces aciers. (*Iron and Coal Trades Reviews*, 26-3-26.)

E. PONCELET.

Mécanique

Une machine à abattre les bois en forêt. — Parmi les machines nouvellement passées dans la pratique, on pouvait voir dans les salons de la machine agricole de cette année un appareil ingénieux pour la coupe des bois taillis. Cette machine actionnée par un moteur à explosion permet de couper des arbres mesurant jusqu'à 30 centimètres de diamètre.

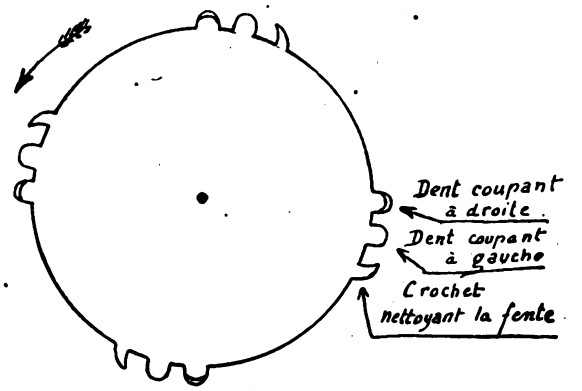


Fig. 264. — Disque coupeur de la machine Sylvest.

Comme le principe appliqué est assez différent de tout ce qui a été proposé jusqu'ici, elle mérite une description sommaire.

La nouveauté réside dans l'outil coupeur, qui est constitué ici par un plateau tournant, muni de saillies aiguisées de forme spéciale, et dont le travail est comparable non à celui d'une scie, mais à celui d'une hache. Et cette particularité donne toute son importance à la machine : les souches coupées et non sciées peuvent donner des rejets et c'est une condition essentielle pour la vie d'une souche de taillis. La machine « Sylvest » donne sous ce rapport des résultats complètement satisfaisants qui sont reconnus par l'Administra-

Digitized by Google

tion des Eaux et Forêts. L'emploi de cette machine est autorisé pour l'abatage des bois de l'État.

La pièce travaillante principale est constituée par un disque d'acier de 40 centimètres de diamètre environ, animé d'un mouvement de rotation rapide. Ce disque porte sur sa périphérie, en saillie, quatre groupes de trois dents de forme spéciale qui ont pour effet de couper le bois à la manière d'une hache qui donnerait 4.000 coups à la minute. Sur la figure schématique on remarque la forme des dents qui constitue l'originalité de la machine. Chaque groupe de trois dents comprend une dent aiguisée du côté gauche, une autre aiguisée du côté doit, puis une dent en forme de crochet, qui est chargée de nettoyer la fente produite par le passage des deux premières (fig. 264).

Cette lame circulaire fait une fente de 6 à 7 millimètres de largeur.

Dans l'application à l'abatage, ce disque est horizontal, mû par un moteur à essence, placé sur un chariot à main qui permet au bûcheron de le pousser régulièrement contre l'arbre à abattre. Cette petite machine de 70 centimètres de largeur peut aisément circuler dans les bois et elle peut aussi être utilisée pour tronçonner les bois, en modifiant la position de l'arbre porte outil, et en remplaçant le disque coupeur par une scie circulaire. Un ingénieux dispositif de transmission et de rotule permet d'orienter l'arbre selon les nécessités.

L. R.,
Ingénieur agronome.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 juin 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Jules Drach.* — **Sur l'intégration des équations $r+f(s,t)=0$.**

— *Silvio Minetti* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le rayon de convergence et sur les singularités d'une classe de fonctions analytiques définies par le développement de Taylor.**

— *R. Gosse* (prés. par M. E. Goursat). — **Sur une classe spéciale d'équations de la forme $s=f(x, y, z, p, q)$.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *G. Alexitch* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les séries trigonométriques conjuguées.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Neymann* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les lois de probabilités qui tendent vers la loi de Gauss tout en restant infinies au voisinage d'un point.**

HYDRODYNAMIQUE. — *André Charrueau* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur quelques propriétés géométriques des surfaces d'équilibre relatif d'une masse liquide de révolution sans pesanteur, à tension superficielle, en rotation uniforme autour de son axe de révolution.**

ÉLECTROSTATIQUE. — *J. Villey* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur un modèle simple d'électromètre à faible capacité.**

L'auteur, en collaboration avec M. Edouard Bouty, a perfectionné un électromètre dont il avait signalé jadis la disposition particulièrement simple (*Ann. de Ch. et de Phys.* 8e série, 26, 1912, p. 489). Dans cet électromètre les quadrants sont remplacés par des fils tendus suivant quatre génératrices d'un cylindre de révolution ayant pour axe le fil de suspension, et l'aiguille par une lamelle rectangulaire allongée verticalement dont le plan contient cet axe.

Les perfectionnements que décrit l'auteur ont eu pour but de rechercher une construction permettant de réaliser l'appareil en série en même temps qu'un encombrant moindre. Tel qu'il est aujourd'hui, il peut être utilisé avantageusement dans les mesures d'ionisation et de radioactivité.

ÉLECTRICITÉ. — *H. Pelabon* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la détection par les contacts métalliques. Détection symétrique.**

Les deux dispositifs suivants suppriment l'emploi des poussières diélectriques calantes : 1° Une sphère d'acier est posée sur trois pointes isolantes dont deux sont fixées à la surface d'une lame de laiton, la troisième peut subir des déplacements extrêmement faibles et faire varier la distance de la sphère au plan de quantités de l'ordre de 10^{-6} cm.;

2° Une aiguille métallique disposée normalement à la surface d'un conducteur recouvert d'une lame de mica est enfoncée très lentement. Dès que la pointe de l'aiguille après avoir traversé le mica apparaît devant le conducteur, la détection a lieu et le système est suffisamment stable. Le mica peut être remplacé par de la paraffine, du papier, etc

L'auteur ne donne, dans cette Note, que quelques résultats obtenus avec le premier dispositif.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *P. Idrac* (prés. par M. Deslandres). — **Sur des enregistrements du champ électrique de l'atmosphère jusqu'à 20.000 m. d'altitude.**

Les observations ont été faites à l'observatoire de Trappes. Le principe de ces mesures a consisté à enregistrer en ballon-sonde la différence de potentiel entre deux prises de potentiel atmosphérique placées à quelques mètres de distance verticale. La moyenne des ascensions (faites toutes de jour) a donné un champ de 10,4 volts par mètre à 4.000 m., de 5,6 volts à 6.000 m. et de 2,3 volts à 8.000 m. Dans le seul ballon qui a atteint 20.000 m. le potentiel, au delà de 16.000 m., décroissait régulièrement. De 12 volts par mètre à 16.000 m., il s'abaissait à 5 volts à 17.000 m. et à 1,2 volt à 19.000 m.

Il semble résulter des mesures prises, qu'au moins le jour et dans certaines circonstances, le champ électrique de l'atmosphère peut remonter à de grandes valeurs vers 10 à 12 km. au voisinage de la couche isotherme.

RADIOACTIVITÉ. — *Consigny* (prés. par M. J. Perrin). — **Influence des écrans métalliques sur la forme des courbes d'ionisation des rayons alpha.**

On sait que les courbes d'ionisation sont déformées par l'effet d'un écran métallique. Bianu, qui a apporté des précisions sur cette question, appelait *parcours* la distance limite à laquelle l'ionisation pouvait être observée. Henderson poussant plus loin la précision a obtenu ce qu'il a appelé le *parcours extrapolé*. M. Consigny, reprenant cette étude, donne un schéma montrant les courbes obtenues avec un écran d'argent, courbes nettement déformées. Si l'on fait coïncider les parcours extrapolés on voit que plus on emploie de feuilles pour constituer l'écran, plus la droite d'extrapolation s'incline, plus le maximum s'écarte du parcours extrapolé. Les déformations semblent plutôt dépendre du nombre des feuilles dont se compose l'écran que de l'épaisseur de métal traversé.

PHOTOCHIMIE. — *Volmar* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **La photolyse des alcools.**

La radiation capable de photolyser les alcools appartient à une région du spectre qui n'est pas pratiquement utilisable, elle n'existe pas dans les rayonnements émis par les sources usuelles d'ultraviolet.

La décomposition photochimique des alcools sous l'influence du rayonnement de la lampe à vapeur de mercure se ferait donc en deux temps : 1° Déshydrogénation de l'alcool avec formation d'adélhyde ou de cétone ; 2° Photolyse de l'aldéhyde ou de la cétone formée. Elle est donc en tous points comparable à la décomposition catalytique des alcools,

Digitized by Google

en présence des métaux réduits (Cu-Ni) étudiée par MM. Sabatier et Senderens.

— *Henri Belliot* (prés. par M. J. Perrin). — **Expériences sur l'inversion photographique.**

Il y a inversion quand une région qui a reçu une plus grande quantité d'énergie lumineuse qu'une autre est moins opaque que celle-ci, après développement et fixage, au lieu de l'être davantage. Une telle inversion peut être obtenue : 1° Par une surexposition considérable ; ce phénomène est appelé solarisation ; 2° Par l'action de certaines radiations rouges et infrarouges sur une plaque préalablement voilée. L'auteur décrit les expériences qu'il a faites en vue de préciser les propriétés photographiques des radiations rouges et infrarouges et les comparer à la solarisation. Il étudie la distinction entre l'inversion et la solarisation, l'action de la lumière infrarouge sur une plaque vierge, l'interversion du voile et de l'impression, l'action de la lumière infrarouge sur une plaque solarisée.

— *Victor Henri* et *Sv. A. Schou* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectre d'absorption ultraviolet de la vapeur d'aldéhyde formique. Nouveau type de spectre des molécules en Y.**

Les auteurs établissent leurs démonstrations à l'aide d'équations et de formules.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur la cémentation des aciers par le silicium.**

Les essais ont été faits avec un cément au ferrosilicium renfermant 80 ou 75 % de silice avec ou sans addition de chlorure d'ammonium et de silice, et un acier à 2 % de C., en barre de 10 mm. de diamètre. Chauffage à 1.100°, 1.150° et 1.200°, de la boîte contenant cément, acier et charbon de bois. Durée de l'opération 3 h., 4 h., et 6 h. 45.

Le chlorure d'ammonium a paru jouer un rôle important. La couche cémentée obtenue est fragile mais l'auteur espère obvier à cet inconvénient par un recuit prolongé.

— *R. Mellet* et *M. A. Bischoff.* — **Réactions chimiques et titrages volumétriques en lumière de Wood.**

On peut suivre en lumière de Wood de nombreuses transformations invisibles en lumière blanche. Les auteurs se sont attachés ici à l'étude du titrage des acides et des bases en présence d'une substance à fluorescence variable comme indicateur. La quinine leur a donné les meilleurs résultats pour la plupart des acides forts et des bases fortes, ainsi que pour le titrage de certains acides faibles.

Ils ont constaté que l'intensité de la fluorescence dépend en même temps de la concentration en ions hydrogène et parfois d'une action spécifique de l'acide en présence duquel se trouve la quinine.

Les titrages d'acides ou de bases en lumière de Wood, à l'aide de la quinine, peuvent être appliqués à certaines solutions troubles, boueuses ou fortement colorées.

— *M. Bourgeaud.* (prés. par M. G. Urbain). — **Étude électrométrique des formes allotropiques du sulfure mercurique.**

La transformation du sulfure noir en sulfure rouge peut s'interpréter de la façon suivante : au début, la solution est saturée en sulfure noir qui est la forme la plus soluble ; elle est saturée en sulfure rouge. Cet état de faux équilibre cesse, et il se précipite un certain nombre de germes de sulfure rouge ; ceux-ci indépendamment de ceux qui continuent à se former agissent comme centres de cristallisation, et la quantité de sulfure rouge précipité va en croissant jusqu'à ce que l'on atteigne un équilibre entre le sulfure rouge qui se précipite et le sulfure noir qui se dissout.

— *P. Job* (prés. par M. Urbain). — **Sur quelques applications de la méthode spectrographique à l'étude des complexes en solution.**

1° *Trihalogénures de potassium en solution alcoolique.* Le sel I^2 Br K se forme par le même mécanisme que dans l'eau, la constante d'équilibre étant à 15°, voisine de 1×10^2.

2° *Mercurichlorure de potassium en solution aqueuse.* On obtient de résultats que pour $HgCl^3K$, qui est le complexe formé et la constante d'équilibre est égale, à 16°, à environ 2×10^{-1}.

3° *Cadmibromure de potassium en solution aqueuse.* L'auteur montre la formation du complexe $CdBr^4K^2$, la constante d'équilibre étant, au voisinage de 15° égale a environ 2,8.

— *J. Errera* (prés. par M. J. Perrin). — **La polarisation d'un milieu et sa structure moléculaire. Moments électriques des dérivés dihalogénés du benzène.**

Les moments électriques vont en décroissant des dérivés chlorés aux dérivés bromés et aux dérivés iodés. L'isomère *ortho* a le moment plus élevé, le *méta*, plus faible et le *para* n'a pas de moment ; il y a donc parallélisme entre le *cis* et l'*ortho* d'une part, le *trans* et le *para* d'autre part. Le moment des éthyléniques est inférieur à celui des benzéniques. Le degré d'association dans le liquide pur est très grand pour l'*ortho*, plus faible pour le *méta* et nul pour le *para*. Les degrés d'association sont plus grands dans les éthyléniques *cis* que pour les dérivés *ortho* correspondants. Le rapport, du moment de l'*ortho* au *méta* est différent pour les dichloro (1,65) et les diiodobenzènes (1,31) ce qui indique une déformation du noyau benzénique d'autant plus forte que le poids atomique des substituants est plus élevé. L'absence du moment des dérivés *para* est en contradiction avec la théorie polaire du benzène.

— *Edmond Vellinger* (prés. par M. J. Perrin). — **Le pouvoir rotatoire des corps organiques en fonction du pH : la glucosamine.**

Les corps radioactifs dissociables, acides, bases et ampholytes subissent des variations de rotation en fonction du pH. L'auteur a étudié, à ce point de vue, la glucosamine en solution fraîche qui, comme le glucose, subit une évolution en fonction du temps, dont la vitesse est réglée par le pH. Il a observé une courbe représentant deux parties en S, analogue à celles observées dans le cas d'ampholytes. Cette courbe est semblable comme aspect à la courbe donnée par l'asparagine, résultat d'autant plus inattendu que la glucosamine n'a qu'un radical aminé comme fonction basique dans sa molécule.

Les observations faites par l'auteur permettent d'admettre que l'introduction de la fonction aminée exalte, vraisemblablement, le caractère acide apparent de l'hydrogène fixé au carbone à côté des groupements OH.

— *A. Travers* et *Houot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur la trempe des alliages d'imprimerie.**

Dans les alliages Pb, SB et Pb, Sn Sh, la température de coulée influe sur la valeur de la contraction ; celle-ci diminue quand l'alliage a été préalablement revenu. Ce revenu commence déjà à la température ordinaire et n'est pas encore achevé au bout de six semaines. Il est au contraire complet par un chauffage de 24 heures au voisinage de 200°.

La contraction paraît être due principalement à l'étain ; elle est la même pour des alliages ternaires de teneur constante en Sn et renfermant des proportions variables des deux autres constituants. Elle croît avec la teneur ou Sn.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Flusin* et *H. Giron* (prés. par M. Matignon). — **Dosage du carbure de calcium dans la cyanamide calcique.**

La cyanamide calcique est traitée par H^2O bouillante : l'acétylène se dégage et passe dans une dissolution d'argent ammoniacale où il donne un précipité d'acétylure C^2Ag^2 mêlé de Ag^2S. Les deux précipités sont filtrés et traités par HCl qui attaque seulement l'acétylure et le transforme en Ag Cl. Le mélange de Ag^2S et Ag Cl est traité par l'ammoniaque qui dissout seulement Ag Cl. On dose Ag par une liqueur

Digitized by Google

titrée de cyanure de potassium. Du poids de l'argent, on déduit le poids correspondant de $C^2 H^2$ et, par suite celui de $C^2 Ca$. L'auteur décrit l'appareil utilisé pour l'application de ce procédé. D'autre part M. Cochet a établi un dispositif spécial permettant de faire des dosages en séries.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse* et *Paul Marshall Dean.* — **Un peroxyde organique dissociable : le peroxyde de rubrène.**

Les auteurs ont signalé (*C. R.* 183, 1926, p. 1440) que le rubrène pouvait fixer l'oxygène libre sous l'influence de la lumière, en se décolorant. Ils ont constaté que cette oxydation donnait naissance à un corps blanc, qu'ils ont obtenu cristallé en belles aiguilles contenant du solvant de constitution, et qui présente la remarquable propriété de se dissocier sous l'action de la chaleur en régénérant ses constituants : solvant, rubrène, oxygène libre.

Il leur paraît probable que dans le complexe rubrène, solvant, oxygène, les trois molécules qui doivent se séparer dans la réaction de dissociation ont gardé leur individualité. On aurait alors affaire à une combinaison du type dit *moléculaire*.

La peroxydation du rubrène, ainsi que la dissociation du peroxyde, soulèvent d'importants problèmes d'énergétique chimique et photochimique.

— *A. Kirrmann* (prés. par M. Moureu) — **Réactions magnésiennes à partir du propylène dibromé 1,3.**

La réaction du propylène dibromé 1,2 sur les dérivés magnésiens, a été signalée en 1921 par M. Lespiau. M. Bert a réalisé ensuite la réaction parallèle sur l'isomère 1, 3, pour le dérivé chloré, et MM. Braun et Kuhn pour le dérivé bromé, en série aromatique

(I) $R\,MgBr + BR - CH^2 - CH = CHBr \rightarrow R - CH^2 - CH = CHBr.$

M. Bert a fait remarquer qu'il y a des réactions secondaires en série grasse et M. Kirrmann constate l'extrême complexité des phénomènes dans cette série. A la réaction (I) se superpose la réaction (II)

(II) $2RMg\,Br + Br - CH^2 - CH = CHBr \rightarrow R - CH^2 - CH = CH - R.$

Les deux réactions paraissent être simultanées.

Outre ces deux composés on obtient une série de carbures.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Paul Baud* (prés par. Charles Moureu). — **La pulpe de l'Agave, source d'alcool industriel.**

Le *sisal, Agave sisalana*, donne, outre la fibre utilisée dans l'industrie, une pulpe sucrée représentant 90 à 95 % du poids des feuilles. L'auteur a recherché ce que pourrait être le rendement en alcool. Il estime que dès la cinquième année la plante a donné 200 à 250 feuilles ce qui correspondait à 4 lit. ou 4 lit. 2 d'alcool à 95° auquel on peut ajouter 1.200 à 1.250 cm^2 fournis par le tronc lors de la poussée de la hampe florale qui marque la fin du végétal. Un essai fait sur 20 de ces troncs d'un poids total de 280 kg. a procuré 22 lit. 4 d'alcool à 92 %. L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Les veinules fondues de météorites, leur analogie avec les « pseudotachylites » des régions terrestres écrasées.**

La liaison étroite existant entre la production des veinules noires fondues des eucrites de Béréba (Haute Volta) et de Cachari (République Argentine) et les phénomènes cataclastiques ne saurait être mise en doute ; il est donc naturel de penser que les unes et les autres sont dues à une même cause, d'origine dynamique. Cette conclusion peut être appuyée sur des recherches effectuées depuis quelques années dans des régions terrestres dont les roches ont subi des écrasements puissants, sous l'influence d'actions tectoniques.

PALÉONTOLOGIE. — *Georges Corroy* (transm. par M. Pierre Termier). — **Les Spiriférides du Lias européen.**

En examinant plus d'un millier de Spiriférines du Lias européen, l'auteur a pu se rendre compte du peu de valeur des caractères considérés comme spécifiques, et de la variabilité très grande des individus quant à leur forme générale, l'allure du crochet, l'impression du sinus, la commissure des valves, etc.

Après étude des caractères et de leur signification, ceux de l'ornementation seuls lui ont paru permettre d'établir d'une part des distinctions entre les formes et d'autre part des groupements généalogiques naturels. Sur cette base, il croit pouvoir réunir les Spiriférines en quatre groupes : Spiriférines non costées, Spiriférines à costulation peu sensible, Spiriférines à costulation très marquée, Spiriférines multicostées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *A. de Cugnac* (prés. par M. Molliard). — **Les divers types de Graminées d'après la nature de leurs réserves hydrocarbonées.**

Si l'on suit les matériaux élaborés par les feuilles, dans leur trajet tout le long de la tige, on aperçoit immédiatement deux types bien distincts ; d'une part les plantes à lévulosanes (*Arrhenaterum, Agropyrum, Agrostis, Phleum*) ; de l'autre, celles qui sont rigoureusement exemptes de polyoses lévogyres. Ce sont les Graminées saccharifères (*Phragmites, Brachypodium, Cynodon*, etc.)

PHYSIOLOGIE. — *S. Metalnikov* et *V. Chorine* (prés. par M. F. Mesnil). — **Réflexes conditionnels dans l'immunité.**

L'injection d'une substance étrangère ou de microbes dans le péritoine provoque toujours une réaction typique ; tandis que, chez le cobaye normal, l'exsudat est très pauvre en éléments cellulaires, chez le cobaye injecté, l'exsudat devient trouble et le nombre des leucocytes augmente très rapidement. C'est surtout la réaction des polynucléaires qui est typique. Elle commence aussitôt après l'injection et atteint son maximum 5-8 heures après.

Des cobayes qui n'avaient rien reçu dans le péritoine, mais qui avaient été excités extérieurement, donnent la même réaction typique des leucocytes dans le péritoine.

PHARMACODYNAMIE. — *A. Alivisatos* et *Fernand Mercier* (prés. par M. Desgrez). — **Action du violet cristallisé sur l'appareil cardio-vasculaire du chien.**

Le violet cristallisé semble agir sur le cœur à la manière des digitaliques ; il exerce, en effet, une action stimulante sur le pneumogastrique à laquelle s'ajoute une action propre sur le myocarde, se traduisant par une augmentation du tonus et de l'énergie du cœur.

HISTOLOGIE. — *J. J. Thomasset* (prés. par M. Henneguy) — **Sur la présence de cellules dans la dentine de quelques Elasmobranches.**

Il s'agit d'odontoblastes intra-éburnéens rencontrés exclusivement près de la pointe et du tranchant. Chez les Lamnidés, ces cellules se rencontrent dans le tissu recouvrant l'ostéodentine. Chez les Carchariidés, dont la dent ne contient pas d'ostéodentine, les cellules ne se trouvent que dans la couche externe de dentine.

Les odontoblastes s'observent aussi nettement chez les fossiles que dans les genres actuels ; ils manquent chez un certain nombre.

ZOOLOGIE. — *Paul Chabanaud* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Fréquence, symétrie et constance spécifique d'hyperostoses externes chez divers Poissons de la famille des Sciénidés.**

Les observations relatées dans cette Note établissent que les hyperostoses des Poissons ne sont pas seulement accidentelles. Leur tendance élective, eu égard aux parties affectées, est manifeste dans le cas de *Sciœnoides biauritus* et plus encore de *Corvina nigrita*. La découverte de *Sciœnoides perarmatus* prouve que ce phénomène est susceptible de devenir partie intégrante du métabolisme spécifique. On peut en conclure, en outre, que l'énorme développement

Digitized by Google

de la deuxième épine de la nageoire anale, caractère commun à nombre d'espèces de la même famille, n'est peut-être qu'une hyperostose acromégalique devenue normale.

— *P. Portier* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur la genèse du noyau secondaire des perles fines sauvages.**

L'auteur interprète de la façon suivante le mécanisme de formation du noyau secondaire. En premier lieu, le noyau secondaire est, dans la grande majorité des cas, proportionné à la grosseur de la perle. Loin d'avoir une taille déterminée une fois pour toutes, il semble bien grossir en même temps que la perle. En deuxième lieu, le noyau secondaire est non seulement pigmenté d'une manière plus ou moins intense, mais sa structure elle-même peut être modifiée.

Ainsi, tout se passe comme si le noyau secondaire d'abord formé de matière perlière subissait un remaniement partant du centre pour progresser vers la périphérie. Il y aurait, dans beaucoup de perles fines, une sorte de dégénérescence centrifuge.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *M^me^ Anna Drzewina* et *Georges Bohn* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Action de l'argent métallique sur le sperme et les larves d'Oursin.**

Quand le sperme est dilué au 10.000^e^, il perd toujours assez rapidement son pouvoir fécondant, mais dans un vase d'argent, c'est presque instantané : au bout de 2 minutes, la perte est totale.

D'une façon générale, il apparaît que le séjour dans un vase d'argent a un effet néfaste sur le sperme d'Oursin, et à brève échéance.

L'action de l'argent métallique est-elle physique ou chimique? Les expériences des auteurs avec les *larves* d'Oursin sont plutôt en faveur d'une action électrique, ou du moins action de surface.

— *H. Barthélémy* (prés. par M. Henneguy). — **Recherches biométriques et expérimentales sur l'hibernation, la maturation et la surmaturation de la Grenouille rousse ♀ (Rana fusca).**

L'étude de la maturation et de la surmaturation indiquent qu'une basse température est nécessaire mais pas suffisante pour déterminer l'hibernation qu'on ne peut prolonger à volonté. L'état physiologique spécial de la Grenouille gorgée de réserves au début de l'hiver paraît indispensable pour permettre la vie léthargique prenant fin à la maturité sexuelle.

BIOLOGIE. — *A. Vandel* (prés. par M. F. Mesnil). — **Les rapports de la Reproduction sexuée et de la Parthénogenèse chez l'Isopode terrestre : *Trichoniscus (Spiloniscus) provisorius* Racovitza.**

L'auteur a constaté que les deux modes de reproduction ne se rencontrent jamais chez le même individu : certaines femelles se multiplient exclusivement par parthénogenèse, d'autres par voie sexuée. Les colonies toulousaines sont constituées par deux races distinctes, une race sexuée et une race parthénogénétique identique à celle qui peuple le nord de la France, et constituée exclusivement par des femelles.

Les deux races sont, en général, parfaitement mélangées dans les environs de Toulouse. C'est la disparition de la race sexuée, et non pas seulement des mâles, qui constitue le phénomène que l'auteur a désigné sous le nom de *spanandrie géographique*.

Les mâles s'accouplent avec les femelles parthénogénétiques, ce qui prouve que ces dernières appartiennent bien à la même espèce que la race sexuée. P. GUÉRIN.

Séance du 5 juillet 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur une série de polynomes liées à la représentation conforme des aires simplement convexes.**

— *Luigi Fantappiè* (prés. par M. Hadamard). — **Les fonctionnelles analytiques qui sont des fonctions d'un nombre fini de fonctionnelles linéaires.**

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les fonctions de Legendre de première espèce et certaines fonctions associées.**

HYDRODYNAMIQUE. — *N. Gunther* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le mouvement d'un liquide remplissant un domaine simplement connexe qui se déplace.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Henri Bénard* (prés. par M. Brillouin). — **Sur les écarts des valeurs de la fréquence des tourbillons alternés par rapport à la loi de similitude dynamique.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* et *Fr.-H. van den Dungen* (prés. par M. Hadamard). — **La quantification déduite de la Gravifique einsteinienne.**

— *Léon Brillouin* (prés. par M. Marcel Brillouin). — **La mécanique ondulatoire de Schrödinger ; une méthode générale de résolution par approximations successives.**

PHYSIQUE. — *W.-H. Keesom.* — **L'hélium solidifié.**

L'hélium a été comprimé dans un tube en laiton formant communication entre deux tubes en maillechort. Le tube en laiton et partie des deux tubes en maillechort étaient plongés dans un bain d'hélium liquide. A la pression de 130 atm. le système s'est montré bloqué ; le blocage disparut lorsque la pression fut diminuée de 1 atm. Le même phénomène s'est produit, après diminution de la pression du bain d'hélium, à la température d'environ 3°,2 K. à 86 atm. et à la température d'environ 2°,2 K. à 50 atm. A 4°,2 K. la solidification s'est produite à 150 atm. L'hélium solide forme une masse homogène et transparente.

SPECTROSCOPIE. — *Jean Lecomte* (prés. par M. Cotton). — **Spectres d'absorption infrarouges de dérivés cycliques.**

L'auteur a comparé entre 2^μ^ 85 et 8^μ^, les spectres d'absorption de dérivés benzéniques, cyclohéxéniques et cyclohéxaniques, c'est-à-dire de composés dont la représentation admise généralement comporte trois, un ou zéro doubles liaisons. Sauf pour les dérivés benzéniques, ces spectres d'absorption apparaissent comme nouveaux. Un tableau indique les maxima d'absorption nouveaux.

POUVOIR ROTATOIRE. — *René Lucas* (prés. par M. Cotton). — **Sur le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique.**

A la suite de recherches antérieures sur le pouvoir rotatoire du camphre, l'auteur avait montré que les anomalies présentées par ce corps s'expliquaient par l'existence de deux formes distinctes en proportions variables. Par suite, il a pensé que les anomalies de l'acide tartrique pouvaient tenir à l'apparition de plusieurs nouvelles formes actives, le rôle des corps tels que

$$B^2O^3,\ TuO^4H^2\ CO\ (NH^2)^2$$

étant d'en modifier les proportions. Son étude le conduit à admettre que tout se passe comme si, pour la classe de ces corps, il y avait apparition d'une nouvelle forme active fortement dextrogyre en proportion variable avec les réactifs. Il est possible aussi que les anomalies de l'acide malique obéissent à un mécanisme analogue.

FLUORESCENCE. — *P. Daure* (prés. par M. A.Cotton). — **Étude qualitative de la fluorescence de la vapeur de brome.**

Par suite de la faible intensité de la fluorescence (1/300 environ de celle de l'iode), l'auteur a utilisé, pour ses recherches, des tubes en croix en verre soudé, dont les faces terminales soufflées très minces ne déforment pas sensiblement les faisceaux de lumière. La lumière incidente utilisée a toujours été la lumière solaire ; l'interposition de divers filtres a permis de localiser les radiations excitatrices. L'analyse de la lumière réémise a été faite avec un spectrographe trop peu dispersif pour séparer des raies un trop peu serrées ; les

Digitized by Google

spectres obtenus, d'apparence continue, vont de 5.000 Å au rouge.

Il y a lieu de penser que, comme pour celle de l'iode, la fluorescence du brome comporte la réémission des raies d'absorption, accompagnées de satellites situés surtout vers les grandes longueurs d'ondes. Les radiations absorbées par la bande continue ne donnent lieu à aucune réémission de lumière.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Dispersion rotatoire magnétique et dispersion de biréfringence électrique.**

Dans une note précédente (*C. R.*, 181, 1925, p. 1139), l'auteur avait déduit de la théorie moléculaire l'expression suivante de la *constante de Verdet* :

$$A = \frac{\pi}{2v\,ep}\,\frac{M}{d}\,\frac{(u^2-1)^2}{u\,\lambda^2}$$

Les vérifications qui font l'objet de la présente note le conduisent à énoncer le résultat théorique suivant : le rapport de la constante de Verdet à la constante de Kerr doit varier en raison inverse de la longueur d'onde ; ou bien : le rapport de la dispersion rotatoire magnétique, à la dispersion de biréfringence électrique doit être égal au rapport correspondant des longueurs d'onde.

ÉLECTRICITÉ APPLIQUÉE. — *Paul-Gabriel Girault* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur une influence possible de la commutation sur la stabilité des machines à courant continu.**

L'auteur a fait exécuter, en 1911, par M. Rabiaud, quelques essais sur un moteur à courant continu tétrapolaire, d'une puissance utile de l'ordre de 50 kw. sous 220 volts, muni de pôles supplémentaires qui présentait une forte tendance à l'emballement lorsque la charge croissait. Des nouvelles recherches effectuées, il semble résulter qu'avec des pôles supplémentaires insuffisants, la chute de tension doit croître dans la marche en génératrice, et la vitesse doit diminuer en moteur pour une charge donnée. Au contraire, avec des pôles supplémentaires renforcés, la chute de tension doit s'atténuer dans la marche en génératrice, et la vitesse doit augmenter en moteur pour une charge donnée.

RADIOACTIVITÉ. — *Georges Fournier* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

L'auteur a étudié précédemment l'absorption par les corps simples de différents groupes de rayons β et principalement des rayons β du RaE. De nouvelles expériences ont montré que la loi linéaire $\frac{\mu}{\rho} = a + b\,N$ reliant le coefficient massique d'absorption $\frac{\mu}{\rho}$ au numéro atomique N de l'élément absorbant, qui avait été mise en évidence par les rayons β du radium E et étendue aux rayons β primaires et secondaires du radium, est également valable pour le rayonnement β de l'uranium X. D'autre part, l'auteur avait indiqué que le relèvement final de la courbe d'absorption des rayons β du RaE se manifestait pour les corps simples à numéro atomique supérieur à 50. La courbe relative à l'étain (N = 50) ne présentait pas nettement de relèvement. Il a constaté que les courbes relatives à l'antimoine (N = 51) et au tellure (N = 52) montrent un relèvement plus accentué pour le tellure que pour l'antimoine, confirmant ainsi que le relèvement commence à se faire sentir pour N = 50.

L absorption dans les corps solides en poudre a été étudiée par une nouvelle méthode expérimentale. Seul de tous les corps simples examinés, le soufre a présenté un coefficient nettement différent de celui que permet de calculer la loi linéaire $\frac{\mu}{\rho} = 15 + 0{,}142\,N$.

THERMOCHIMIE. — *D.-P. Konovalov* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les chaleurs de combustion de quelques hydrocarbures.**

L'auteur indique dans des tableaux les chaleurs de combustion calculées d'après la formule

$$Q = 48{,}8\,n \pm X - 5{,}3\,h$$

n désigne le nombre des atomes d'oxygène consommés par la combustion complète d'une molécule-gramme ; X est un terme constant pour chaque série de composés homologues, mais sa valeur varie d'une série à l'autre ; h représente le nombre d'atomes d'hydrogène contenus dans la molécule organique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Boutaric* et *G. Corbet* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur la température critique de dissolution de l'acroléine et de l'eau et sur la masse moléculaire de la résine d'acroléine soluble.**

Le mélange d'acroléine et d'eau est enfermé dans un tube scellé. On chauffe jusqu'à miscibilité complète, puis on refroidit lentement et l'on note la température à laquelle se produit l'opalescence. Les mesures ont été faites sur l'acroléine stabilisée par 1/250 de son poids d'hydroquinone. Un tableau indique les températures de disparition du trouble pour les mélanges donnés. Les auteurs ont obtenu comme température critique de l'acroléine pure la valeur 88°2.

Leur étude sur la résine d'acroléine les conduit à admettre que celle-ci tout en ayant un poids moléculaire élevé ne peut être comparée à une substance colloïdale.

— *Surun* (prés. par M. Béhal). — **Sur l'estimation du pouvoir absorbant des charbons.**

Les essais ont porté, les uns sur des charbons végétaux officinaux du commerce, les autres sur des charbons activés soit par la chaleur seule, soit par imprégnation préalable avant calcination. Comme substances à fonctions chimiques l'auteur a choisi le bichlorure de mercure, le chloral, l'acide citrique, le phénol, la résorcine, l'antipyrine et le pyramidon. Il résulte de cette étude que la quantité de charbon nécessaire pour obtenir l'absorption totale des corps utilisés est variable d'un charbon à un autre pour une même substance ; elle est également différente pour un même charbon, quand on passe d'un corps à un autre.

L'ordre de classement des charbons obtenu par la méthode décrite dans cette Note est sensiblement identique à celui donné par l'examen des points obtenus pour des concentrations initiales égales à $\frac{N}{100}$, sur les courbes logarithmiques d'absorption, établies d'après la règle de Freundlich.

— *E. Rouyer* (prés. par M. Urbain). — **Sur la détermination ébullioscopique de quelques sels doubles en solution.**

L'auteur a poursuivi son étude, commencée avec M. Bourion, sur la méthode des variations continues appliquée aux phénomènes ébullioscopiques permettant de déterminer à partir des mélanges de solutions équimoléculaires des sels simples, la nature du sel double existant en solution à la température de 100°. Afin d'appuyer ces recherches de formation de complexes en solution aqueuse, il s'est adressé à des cas où le sel double est d'un type parfaitement défini : les sulfates doubles de la série magnésienne et les carnallites. Les résultats obtenus sont exposés en plusieurs tableaux.

— *Holweck* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectrométrie de la série K des éléments légers. Discontinuité K du fluor.**

L'auteur a employé la méthode qu'il a indiquée dans ses Notes précédentes (*C. R.*, 182, 1926, p. 53 et 779). Le gaz BF^3 a été introduit dans la chambre d'ionisation à une pression de 0 cm. 15 de mercure environ. Une discontinuité très franche dans l'ionisation de ce gaz se produit à 684,2 volts. Les mesures, exposées à l'aide de graphiques, ont été faites de volt en volt dans le voisinage du point critique

Digitized by Google

qui peut être situé à 0,5 volt près, c'est-à-dire avec une erreur relative ne dépassant pas 1 pour 1.000

— *V. Ipatief* et *A. Andreevsky* (prés. par M. Matignon). — **Déplacement du platine par l'hydrogène sous haute pression.**

L'hydrogène précipitant le platine de ses solutions, les auteurs ont étudié les conditions de cette réaction, en fonction de la température, de la pression, de la concentration et de la présence des substances étrangères. Ils ont reconnu que la séparation du métal devient plus facile à mesure que la dilution de la solution augmente, que la température et la pression s'élèvent ; la quantité de platine réduit augmente avec le temps ; les mélanges agissent d'une façon inverse : ils entravent la réduction mais sans changer l'ordre ni les facteurs de la réduction.

La présence simultanée de métaux lourds, surtout en milieu acide, rend très difficile la réaction du déplacement, celle-ci exige alors une plus grande augmentation, avec la pression, de la température ou de la durée.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Daniel Florentin* (prés. par M. A. Mesnager). — **Sur le dosage de la silice soluble dans les ciments, les mortiers et les bétons.**

Le dosage de la seule silice du ciment à l'exclusion de la silice provenant du sable ou de l'argile présente un grand intérêt. L'auteur, après une étude critique des méthodes utilisées a reconnu qu'il était indispensable de peser directement la silice soluble et non la partie insoluble, beaucoup plus considérable ; d'opérer à froid de façon que l'argile et les silices restent inattaqués ; d'éviter d'insolubiliser la silice combinée dans le ciment, à l'état de silicate de chaux, la silice s'insolubilisant plus ou moins suivant les conditions de milieu, difficiles à définir, et se redissolvant alors irrégulièrement. C'est sur ces bases que l'auteur a établi la méthode qu'il décrit. Connaissant la teneur en silice soluble d'un ciment on déduit, avec une approximation satisfaisante, du chiffre de silice soluble trouvée dans le mortier, le pourcentage de ciment contenu dans ce dernier.

CHIMIE MINÉRALE. — *George Denigès* (prés. par M. Charles Moureu). — **Action des acides bromhydrique et iodhydrique concentrés sur l'ion cobalt. Nouvelle réaction du nickel.**

Dans une Note précédente (*C. R.*, 180, 1925, p. 1748), l'auteur a montré que dans certaines conditions l'action de HCl concentré sur un sel cobalteux permettait de faire par chromoscopie et spectroscopie, la diagnose de l'ion cobalt et d'en effectuer le dosage dans les sels de nickel. Dans de nouvelles recherches, il a remplacé HCl par HBr et HI concentrés. Il a constaté qu'il se forme également avec l'ion cobalt des produits d'addition présentant des caractères spectroscopiques intéressants.

L'ion nickel ne donne pas de spectres d'absorption de bandes ni de variation de couleur en présence de HCl et de HBr, mais en présence de HI, il fournit une réaction chromoscopique d'une extrême sensibilité, qui n'avait pas encore été signalée.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *André Job* et *Antoine Cassal* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Fixation de l'oxyde de carbone sur un magnésien par l'intermédiaire du chlorure chromique.**

Dans cette note, les auteurs démontrent que l'oxyde de carbone se fixe sur le bromure de phénylmagnésium en présence de chlorure chromique ; ils ont identifié plusieurs produits dont le plus important est la benzopinacone, non signalé par MM. W.-L. Gilliland et A. Blanchard qui ont étudié la fixation de l'oxyde de carbone sur le bromure de phénylmagnésium par l'intermédiaire du nickel-carbonyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Marcel Delépine* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur un isomère présumé de méthylène-amino-acétonitrile. Méthylène-bis-imino-diacétonitrile.**

Klages a décrit sommairement une combinaison fusible à 86° de même composition $C^2\ H^4\ N^2$ que le méthylène-amino-acétonitrile. L'auteur, reprenant l'étude de cette question, a pensé que ce composé fusible à 86° n'était pas un isomère du méthylène-amino-acétonitrile, mais le dérivé méthylénique de l'imino-diacétonitrile, de composition $C^9\ H^{10}\ N^6$; cette formule est confirmée par l'analyse et aussi par les expériences synthétiques. En résumé, aucun doute ne peut subsister : le présumé isomère du méthylène-amino-acétonitrile est bien le méthylène-bis-imino-diacétomitrile.

— *Emile Vokocek* et *F. Valentin* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'inverse optique du rhamnose naturel.**

Le nouveau sucre, le *d-rhamnose*, obtenu en partant de l'isorhodéose, possède toutes les propriétés du rhamnose naturel. Par évaporation lente à la température ordinaire, il se sépare de ses solutions concentrées en beaux cristaux à reflets brillants. L'analyse élémentaire et la détermination du pouvoir rotatoire ont montré que c'est du rhamnose monohydraté, comme dans le cas du rhamnose naturel.

Les auteurs ont également préparé la *p bromophénylhydrazone* et la *p-bromophénylosazone* du nouveau sucre. La première fond à 167° et la seconde à 222°-223°.

— *F. Salmon-Legagneur* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Action du bromure d'éthylmagnésium sur l'éther méthylique de l'α-mononitrile de l'acide camphorique.**

Le bromure d'éthylmagnésium, réagissant sur l'éther méthylique de l'α-monitrile acide camphorique au sein de l'éther anhydre, donne, comme produit de condensation, de l'α-éthylidène-camphidone et un nitrile alcool-secondaire.

— *Octave Bailly* et *Jacques Gaumé* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur la synthèse et l'hydrolyse d'un diéther glycéromonophosphorique : l'acide αβ diglycéromonophosphorique et sur la constitution de l'acide orthophosphorique.**

La synthèse du diéther αβ diglycéromonophosphorique à partir du monoéther β, suivie de l'hydrolyse de ce diéther, constitue un curieux procédé de passage de l'acide β à l'acide glycérophosphorique.

Le même cycle d'opérations apporte une preuve, du moins une forte probabilité expérimentale, en faveur de l'égalité des trois fonctions de l'acide orthophosphorique généralement admise aujourd'hui, bien que contraire aux apparences thermochimiques, et à la façon dont se comporte cet acide vis-à-vis des indicateurs colorés.

CHIMIE. — *René Delaplace* (prés. par M. Moureu). — **Préparation de l'éosinate de césium.**

La méthode consiste à faire réagir l'éosine acide sur une solution d'hydroxyde de césium préparée à partir du métal. On prépare l'éosine acide en précipitant un éosinate de soude ou de potasse pur par une solution diluée et titrée d'acide sulfurique ou chlorhydrique ; on lave et on sèche entre 40 et 50°. La solution d'hydroxyde de césium est obtenue en attaquant par l'eau le césium métallique préparé par la méthode d'Hackspill.

En mélangeant des poids connus d'éosine acide et de CsOH on obtient instantanément une solution d'éosinate de césium : l'excès d'éosine acide insoluble est séparée par filtration, et après évaporation au bain-marie on a l'éosinate cristallisé.

L. FRANCHET.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *M. Machebœuf.* — **Influence du nickel et du cobalt sur l'action exercée par l'insuline chez le chien.**

Le nickel et le cobalt se comportent sensiblement de la même manière vis-à-vis de l'insuline chez le lapin et chez le chien : il y a augmentation d'activité de la substance hypo-

Digitized by Google

glycémiante. Chez le chien comme chez le lapin, il semble que le cobalt ait une influence plus grande que le nickel et aussi que les deux métaux réunis ralentissent tout en la prolongeant l'action de l'insuline.

— *E. Aubel* et *L. Genevois* (prés. par M. Marin Molliard). — **Recherches sur la réduction de la thionine par diverses substances organiques, à l'abri de l'air et de la lumière.**

Les auteurs ont cherché à mettre en évidence le pouvoir réducteur d'un certain nombre de substances organiques définies, existant dans les milieux biologiques (glycérine, mannite, glucose, galactose, acide pyruvique, glycocolle, acide acétique, etc...), vis-à-vis de la thionine, en fonction du pH et de la température, dans des solutions de phosphates.

La réduction de la thionine par un corps tel que l'acide pyruvique ne peut s'expliquer, dans les conditions de l'expérience, que par une oxydation de la matière organique aux dépens des éléments de l'eau.

— *L. Lutz* (prés. par M. Guignard). — **Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Actions oxydantes.**

La plupart des espèces considérées, appartenant aux genres *Stereum*, *Polyporus*, *Trametes*, *Collybia*, *Pleurotus*, se conduisent comme des agents d'oxydation plus ou moins puissants.

Les ferments oxydants sécrétés sont en général d'une extraordinaire activité : lorsqu'on a repiqué une parcelle de mycélium sur un milieu additionné d'une substance facilement oxydable (ex. : gaiacol, naphtol α, chlorhydrate de naphtylamine), au bout de quelques heures, avant même que le développement du Champignon ne soit visible à la loupe, une auréole fortement colorée se développe autour du point d'inoculation, et elle atteint 1 centimètre à 1 cm. 5 de rayon avant toute prolifération appréciable des hyphes.

PALÉONTOLOGIE. — *Viret* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Nouvelles observations relatives à la faune de Rongeurs de Saint-Gérand-le-Puy.**

L'auteur donne quelques détails complémentaires relatifs à *Rhizospalax Poirrieri*, *Rhodanomys Schlosseri* et *Eomys Zitteli*. La découverte du *Plesiosminthus Schaubi* n. gen., n. sp., minuscule rongeur, montre qu'à l'Oligocène supérieur, cette famille des Souris sauteuses existait déjà avec des caractères d'adaptation très analogues à ceux des espèces actuelles.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Mlle G. Bonne* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **La nature de la coupe florale chez les Chrysobalanées.**

En étudiant la course des faisceaux, l'auteur se trouve conduite à reconnaître trois types de structure. Dans un premier, tout à fait aberrant, et présenté par le genre australien, *Stylobasium*, les faisceaux staminaux, contrairement à la règle, y sont complètement indépendants des dix faisceaux du périanthe, mais restent accolés sur un espace très court aux traces des carpelles.

Le second type de structure est réalisé dans la fleur parfaitement actinomorphe du *Chrysobalanus*. Ici, le manchon libéroligneux s'évase au sommet de l'axe en un réceptacle court.

Le troisième type comprend toutes les Chrysobalanées zygomorphes.

L'asymétrie florale provient du fait que les dix faisceaux du périanthe s'isolent du manchon axial à des niveaux différents.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Béguin* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur un nouveau glucoside, hydrolysable par la rhamnodiastase, retiré des fleurs fraîches de l'*Ulexeuropocus* L.**

Les auteurs appellent *ulexoside* ce glucoside qu'ils ont obtenu à l'état cristallisé et dont ils indiquent les propriétés. Hydrolisé par la rhamnodiastase, ce glucoside donne comme produit d'hydrolyse l'*ulexogénol*. Ce dernier, séché dans le vide sulfurique, se présente sous la forme d'une poudre cristalline, fondant à + 261°. Insoluble dans l'eau, il se dissout dans la soude diluée en donnant une solution jaune passant rapidement au rouge rubis, puis au vert.

CRYPTOGAMIE. — *A. Sartory*, *R. Sartory* et *J. Meyer*. — **Étude de l'action du radium sur l'*Aspergillus fumicatus* Fresenius en culture sur milieux dissociés et non dissociés.**

Sur milieu dissocié, l'irradiation discontinue de 3 à 7, 2 millicuries produit une exaltation dans la formation des appareils reproducteurs. L'ampoule conidiophore tend à disparaître pour faire place à des formes pénicilliennes.

Sur les cultures irradiées avec une dose massive de 7,2 millicuries mêmes résultats moins prononcés.

Sur milieu non dissocié, on constate un retard dans l'apparition des appareils reproducteurs normaux et des modifications dans la forme des filaments mycéliens. A noter, en particulier, la forme spore échinulée isolée au bout d'un filament, parfois seule, parfois surmontée d'un autre spore (*pseudosporange*).

PHYSIOLOGIE. — *M.* et *Mme A. Chauchard* (prés. par M. Henneguy). — **Action du curare sur l'appareil électrique de la Torpille.**

La curarisation de l'appareil électrique de la Torpille demande l'emploi de doses de curare relativement élevées. Le poison agit non sur le nerf électrique, mais sur l'organe dont il augmente la chronaxie, celle du nerf restant normale.

Cette augmentation de la constante de temps rompt l'isochronisme qui existe normalement entre les deux éléments, ce qui a pour effet de réaliser une véritable section physiologique qui empêche la transmission de l'influx du nerf à l'organe.

— *G.-A. Nadson* et *M. N. Meisl* (prés. par M. Molliard). — **Le mécanisme de l'action du chloroforme sur la matière vivante.**

Les observations ont été faites en particulier sur le *Saccharomyces Ludwigii*. Les cellules prélevées dans une culture pure sur du moût de bière gélosée et âgée de deux jours, sont mises en présence de chloroforme, soit dans une gouttelette d'eau, soit dans une gouttelette d'une solution de $\mathrm{NaCl}\ \frac{N}{5}$.

L'influence du chloroforme se manifeste tout d'abord par une sorte d'excitation du protoplasme qui montre des signes évidents de mouvement. Les gouttelettes de graisse incluses dans le protoplasme augmentent de volume en même temps que de nouvelles gouttelettes prennent naissance (*lipophanérose*).

A cette phase, parfaitement réversible, en succède une seconde, non réversible. C'est l'action toxique du chloroforme qui se manifeste. On assiste à la semi-coagulation du protoplasme.

Les levures hautes de boulangerie sont moins sensibles que le *Saech. Ludwigii*. L'*Endomyces vernalis*, levure caractérisée par sa faculté de produire des graisses en quantités notables, est, parmi ces levures, la plus sensible à l'action du chloroforme.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Pierre Girard* et *Edouard Peyre* (prés. par M. Charles Moureu). — **Suppression du choc et modification de la sensibilisation anaphylactique par certains colorants fluorescents. Mécanisme colloïdal.**

Une modification physico-chimique du plasma consistant essentiellement dans l'enrobement et l'isolement de nombreux grains colloïdaux par des molécules colorées qui attirent elles-mêmes dans leur périsphère un grand nombre de dipôles

Digitized by Google

d'eau empêchent le choc. Il paraît légitime de conclure que chez un animal dont les micelles plasmatiques ne sont pas « protégées », le mécanisme physico-chimique du choc réside dans une brusque modification de l'état des colloïdes plasmatiques.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur quelques caractères sexuels secondaires chez les Galathées.**

Chez les Galathées, le mâle et la femelle se différencient nettement l'un de l'autre par la forme de leurs pléopodes. D'autres différences aussi portent sur les soies qui garnissent les bords des segments du pléon. L'auteur a pu retrouver ces caractères dans tous les types des collections du Muséum d'Histoire naturelle et dans une dizaine d'autres espèces de provenances très variées. A quelques minimes différences près, ces caractères sont donc constants dans tout le genre *Galathea*.

— *Louis Roule et Léon Bertin* (prés. par M. Louis Joubin). — **Sur le développement à métamorphoses complexes (hypermétamorphose) du** *Nemichthys scolopaceus* Richardson.

L'ontogenèse de *N. scolopaceus* est remarquable à plusieurs points de vue : 1° l'augmentation du nombre des myotomes au cours de la croissance ; 2° les migrations de l'anus ; 3° le processus de résorption des chromoblastes larvaires ; 4° le processus de pigmentation définitive ; 5° la succession de larves tiluriennes à des larves leptocéphaliennes.

— *Paul Mathias* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Sur le Cycle évolutif d'un Trématode de la famille des** *Echinostomidæ* **Dietz (*Echinoparyphium recurvatum* Linstow).**

Le cycle de l'*Ech. recurvatum* Linstow, qui était inconnu jusqu'ici, est tout à fait comparable aux cycles déjà établis pour d'autres Echinostomes. L'œuf rejeté dans l'eau, avec les excréments de l'oiseau (divers canards), se développe et donne un miracidium pourvu de deux paires de taches oculaires et d'une seule paire de flammes vibratiles. Celui-ci pénètre dans une *Planorbis planorbis* L. et engendre des rédies qui donnent des cercaires à queue sans membrane ondulante. Ces dernières sortent à l'extérieur et pénètrent dans d'autres Mollusques pour y former des kystes. Ceux-ci avalés par un oiseau tel que le canard évoluent en *Ech. recurvatum* qui pond au bout de 7 à 8 jours et le cycle recommence.

BIOLOGIE. — *Robert Regnier* et *Roger Pussard* (prés. par M. P. Marchal). — **La constitution des magasins de réserve du** *Microtus arvalis* **Pallas (Campagnol des champs) et son importance pour la pullulation de ce Rongeur.**

La constitution des magasins de réserves et la ration alimentaire du *Microtus arvalis* permettent d'expliquer deux points importants de la biologie de ce dangereux Rongeur ; le rôle des mauvaises herbes à rhizomes, à bulbes ou à racines pivotantes dans sa pullulation, et la prédominance des dégâts dans les prairies artificielles et les céréales en vert.

Les magasins les plus importants sont, en effet, ceux d'hiver, qui ne contiennent pas de grains, mais des rhizomes d'Avoine à chapelets, de Liseron, des stolons de Menthe, des racines de Laiteron, des bulbes de Muscari.

MÉDECINE. — *J. Sabrazès* (prés. par M. H. Vincent). — **Spirochètes dans la péritonite expérimentale par perforation intestinale chez le cobaye.**

L'auteur fournit la preuve expérimentale de ce qu'il a constaté chez l'homme, à savoir la présence de nombreux Spirochètes dans la péritonite par perforation intestinale.

P. GUÉRIN.

Séance du 12 juillet 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Jules Drach.* — **Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre et sur l'usage explicite des variables caractéristiques d'Ampère.**

ALGÈBRE. — *Miécislas Biernacki* (prés. par M. Hadamard). — **Sur le théorème de Lucas et ses généralisations.**

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *J. Neyman* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur une propriété de la loi de probabilité à laquelle obéit le coefficient de variation.**

HYDRODYNAMIQUE. — *N. Gunther.* — **Sur le mouvement d'un liquide remplissant un domaine à connexion multiple qui se déplace.**

MÉCANIQUE. — *Decros-Rebuffet* et *J. Villey* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur un dynamomètre à enregistrement électrométrique.**

Les auteurs ont donné à ce dynamomètre la forme d'une boîte d'acier très rigide dont le couvercle est constitué par une simple lame d'acier fixée sur la boîte par deux forts boulons. Ces deux crochets de traction sont fixés l'un au milieu du couvercle et l'autre au milieu du fond rigide. Cette boîte constitue l'armature influencente, qu'on portera à un voltage alternatif dont on peut régler à volonté la valeur efficace V pour changer la sensibilité sans modifier le dynamomètre. L'armature influencée, reliée à l'une des paires de quadrants de l'électromètre, est une petite lame plane de 75 millimètres de long et 45 millimètres de large, complètement entourée par la boîte et fixée à sa partie rigide par des supports isolants.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ernest Esclangon* (prés. par M. Deslandres). — **La dyssimétrie de l'espace sidéral et le phénomène des marées.**

L'auteur a recherché si le phénomène des marées sur la terre pouvait subir l'effet d'une dissymétrie dynamique présentée par l'espace sidéral est due à une forte vitesse de la galaxie stellaire ou à toute autre cause. La discussion du problème est exposée au moyen d'un graphique.

SISMOLOGIE. — *E. Rothé.* — **Sur la nature des maximums inscrits dans les séismogrammes.**

Pour cette étude l'auteur a utilisé ses recherches antérieures sur les tremblements de terre de la région du Pacifique. La théorie qu'il expose dans cette Note montre que la plupart des séismes de cette région présentent une phase qu'il désigne par V, pour exprimer qu'elle est caractérisée par la grandeur de la composante verticale du mouvement vibratoire, mais dont la vitesse de propagation est inférieure à celle généralement admise pour les ondes de Rayleigh. Elle est un peu supérieure à 3 kilomètres. Ces ondes sont bientôt suivies d'autres trains analogues qui interfèrent avec les premiers en produisant des battements parfois nettement caractérisés. Aux différents trains correspondent des vitesses de propagation apparentes qui se retrouvent pour les séismes provenant d'une même région, mais variant d'une région à l'autre et d'une station d'observation à l'autre.

MÉTÉOROLOGIE. — *Albert Baldit* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur les périodes de constance de la température dans une station de moyenne altitude.**

L'auteur appelle *constance de température* la période correspondant à une variation de la température inférieure à 1° pendant un intervalle de temps de 12 heures consécutives au moins.

Les recherches qui font l'objet de cette Note concernent la station du Puy-en-Velay, située à 684 mètres d'altitude, et comprennent seize années d'observations (1910-1925). Le climat du Puy est nettement continental. Au cours de ces seize années, 301 constances de température ont été relevées qui se répartissent ainsi dans les différents mois :

Ja.	Fév.	Ma.	Avr.	Mai	Ju.	Jui.	Ao.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
65	33	21	22	10	2	0	5	7	29	56	48

Ces résultats font l'objet d'une discussion étendue.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Marcel Laporte* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mesure de la mobilité des ions dans les gaz.**

Digitized by Google

Des diagrammes montrent que les courbes de répartition des mobilités des ions positifs dans l'air, l'azote et l'oxygène secs, sont identiques. Dans l'air et l'azote saturés d'humidité, les courbes coïncident également avec les ions négatifs, les courbes de répartition dans l'air et l'oxygène secs coïncident tandis que la courbe de répartition dans l'azote est tout à fait différente.

Dans l'argon, la courbe de répartition des ions positifs a une forme analogue aux précédentes. Avec les ions négatifs, les résultats ont été peu constants.

MAGNÉTISME. — *R. Forrer* (prés. par M. P. Weiss). — **Structure de l'aimant atomique. Sa position normale par rapport au réseau et l'aimantation rémanante.**

L'auteur est conduit à admettre que le triplet magnétique du fer existerait sous deux formes différentes : le triplet symétrique trirectangle et le triplet dyssimétrique avec deux constituants parallèles et un troisième à angle droit. L'existence de ces formes semble dépendre non seulement de faibles impuretés chimiques, mais aussi du traitement mécanique du fer. Ceci résulte du fait suivant : un fer avec 1 % de Si, possède sous forme de barreau une aimantation rémanante de 9850 grammes, tandis qu'à l'état laminé elle est de 14.800 grammes.

OPTIQUE. — *A. Bogros* (trans. par M. A. Cotton. — **Résonance de la vapeur de lithium.**

Le premier doublet de la série principale des métaux alcalins constitue pour ces métaux la voie de résonance, mais la preuve expérimentale directe n'en avait été faite jusqu'ici que pour le sodium et le cœsium. L'auteur a étendu cette démonstration au lithium, et a observé la résonance de sa vapeur éclairée au moyen du doublet principal $1\,s - 2\,p_{1-2}$ (6708 Å).

ÉLECTROCHIMIE. — *J. Heyrovsky* et *B. Soucek* (prés. par M. G. Urbain). — **Le potentiel électrolytique de l'amalgame du fer.**

L'amalgame a été préparé par électrolyse de solutions aqueuses du chlorure ou du sulfate ferreux. Pour mesurer l'amalgame frais, les auteurs ont utilisé un interrupteur rotatif interrompant périodiquement le courant polarisant ; dès que le nombre des interruptions atteint 20 par seconde, le potentiel de l'amalgame reste constant. Dans une solution normale de sulfate ferreux, il est de — 1,122 volt ± 0.003 ; dans une solution déci-normale, de — 1,150 volt ± 0,005 ; dans une solution centi-normale, de — 1,193 volt ± 0.005. Ces potentiels sont donc réversibles et prouvent que l'amalgame frais hyperactif et métastable de fer a un potentiel très négatif et égal au potentiel de dépôt de fer sur la cathode à gouttes de mercure.

RADIOACTIVITÉ. — *J. Consigny* (prés. par M. J. Perrin). — **Pouvoir d'arrêt de quelques métaux pour les rayons alpha.**

Mettant à profit ses expériences antérieures sur la déformation des courbes de Bragg par les écrans métalliques, l'auteur a déterminé le pouvoir d'arrêt. Le pouvoir d'arrêt moyen de l'aluminium, du cuivre, de l'argent et de l'or pour des vitesses comprises entre la vitesse d'émission des rayons α ($1{,}59.10^9$ C. G. S.) et $1.09.10^9$ C. G. S. Ces nombres ont été calculés en prenant pour équivalent d'air la différence entre les parcours extrapolés. Nombres trouvés :

	Al	Cu	Ag	Au
Pouvoirs d'arrêt :	1.53	2.47	3.05	4.13.

Ces nombres sont plus forts que ceux de Rausche von Traubenberg et plus faibles que ceux de Glasson.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Hamy* (prés. par M. Jean Perrin). — **L'adsorption de l'iode par la magnésie précipitée.**

L'auteur étudiant la réaction qui provoque la coloration rouge brun d'un précipité de magnésie, traité par une solution légère d'iode dans l'iodure de potassium. Il a constaté que la quantité d'iode fixé diminue quand le temps écoulé entre la précipitation de la magnésie et l'adjonction de l'iode augmente. La vitesse d'évolution du précipité est diminuée par un excès d'ions Mg. A concentration constante en iode, il s'en fixe d'autant moins qu'il y a plus d'iodure de potassium. Le précipité est décoloré rapidement par l'alcool et très lentement par lavage avec un liquide ayant, moins l'iode, la même composition que le liquide qui le baigne. La fixation, très brusque au début, devient très lente à moins d'une agitation énergique. Lorsque l'équilibre est établi, les quantités d'iode fixe dépendent des concentrations de l'iode en solution.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *J. Dumont* (prés. par M. G. André). — **La séparation des composants surlimoneux et colloïdaux du sel par centrifugation.**

Dans une Note antérieure (*C. R.*, 153, 1905, p. 889) l'auteur a montré l'avantage de la centrifugation sur les procédés de sédimentation. Il a, depuis, utilisé un centrifugeur électrique à grande vitesse (8 à 9.000 tours par minute) et a observé que, par cette méthode, l'argile brute provenant de l'analyse physique des terres, peut être divisée en deux portions : l'une qui se dépose et qu'il appelle *surlimon*, l'autre qui demeure en suspension qui peut être considérée comme étant le véritable *colloïde argileux*. Il démontre expérimentalement que la sédimentation ne permet pas de séparer les matières colloïdales à l'état pur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse et C.-L. Butler.* — **Peroxyde de rubrène. Nouvelles expériences.**

Les auteurs ont montré (*C. R.*, 182, 1926, p. 1.584) la formation du peroxyde de rubrène. Dans cette nouvelle Note ils étudient les influences qui agissent sur la peroxydation et signalent notamment que si l'on opère sur des solutions de rubrène dans des solvants eux-mêmes avides d'oxygène, c'est l'oxydation du rubrène qui prend le pas. Au point de vue des actions antioxygènes, c'est chimiquement et non physiquement qu'agit l'antioxygène, fait déjà constaté dans d'autres expériences. Dans les essais de fixation de gaz, sous l'irradiation d'une lampe à incandescence type demi-watt (100 bougies) aucune absorption appréciable n'a été observée. La dissociation du peroxyde du rubrène se fait avec émission de lumière. L'équation de la dissociation doit être modifiée ainsi :

Peroxyde de rubrène = rubrène + solvant + O^2 + lumière

— *Marcel Bouis* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Synthèse des carbures alléniques.**

L'auteur a réalisé la synthèse du propylallène et du butylallène ; il a étudié tous les composés intermédiaires rencontrés à cette occasion et a préparé, en outre, les tétrabromures correspondant à ces deux nouveaux carbures qu'il décrit :

Propylallène (hexadiène — 1 — 2) $C^3H^7 - CH = C = CH^2$; Eb. = 78-79° ; $d_{17} = 0.7198$; $n_D^{17} = 1.4298$; R. M. = 29,42 (théorique = 28,93).

Butylallène (heptadiène — 1-2) $C^4H^9 - CH = C = CH^2$. Eb. = 105 — 106° ; $d_{18} = 0.7306$; $n_D^{18} = 1.4322$; R. M. = 34.03 (théorique = 33,53).

— *Charles Prévost* (prés. par M. Moureu). — **Sur une nouvelle érythrite.**

Des recherches antérieures (*C. R.*, 1926, p. 1.475) avaient donné les deux glycols isomères *cis* et *trans* que l'auteur a voulu transformer en érythrites. 18 % de glycol *trans* ont fourni 8 gr. 5 d'un liquide soluble dans l'éther, l'alcool et l'eau, possédant les constantes suivantes :

Eb. 146—147 sous 760^{mm}. ; $hH_D^{17} = 1{,}4382$; $d_4^{17} = 1.08125$. R. M. = 24,29 ; R. M. théorique = 24,28.

Digitized by Google

Une ébullition prolongée avec l'eau la transforme en une solution aqueuse d'érythrite ; celle-ci concentrée dans le vide, puis soumise au vide sulfurique, s'est concrétisée en une masse entièrement visqueuse qui après plusieurs jours a cristallisé. L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *J. Beauverie* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur les modes de dégénérescence des chloroplastes, particulièrement dans le parasitisme.**

La dégénérescence des chloroplastes s'effectue, expérimentalement ou sous l'action d'un parasite, de deux manières : étalement avec fonte granuleuse ou bien vésiculisation et éclatement. De ses observations, l'auteur conclut que le premier cas s'est montré en relation avec un état d'hypertonie du milieu cellulaire et le second cas avec un état d'hypotonie de ce milieu.

— *Mlle H. Popovici* (prés. par M. Molliard). — **Contribution à l'étude cytologique des laticifères.**

Même dans les cas qui paraissent aberrants, comme dans les laticifères, les essences se forment selon le mode ordinaire, dans le cytoplasme. D'ailleurs, chez les *Ficus*, on a affaire à du caoutchouc, substance chimiquement définie qui, chez les *Parthenium*, se forme dans des canaux secréteurs, dans le cytoplasme d'où il est éliminé dans le lumen du canal.

CRYPTOGAMIE. — *A.-L. Guyot* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur quelques champignons parasites des racines de Phanérogames.**

L'aspect particulier de divers *Pythium*, reconnaissables seulement par l'observation du stade de reproduction sexuée, explique leur confusion possible avec certaines espèces du groupe des Cladochytriacées. Ainsi les formes décrites par divers auteurs sous le nom de *Cladichytrium* doivent être plutôt envisagés, selon M. Guyot, comme un stade particulier de l'évolution de *Pythium* radicicoles. Aussi, une grande prudence s'impose-t-elle lors de l'interprétation des formes mycéliennes révélées par l'examen des racines chez les Phanérogames.

PHYSIOLOGIE. — *A. Rizzolo* et *A.-B. Chauchard* (prés. par M. Henneguy). — **Étude quantitative de l'action de la morphine sur l'écorce cérébrale.**

La rhéobase ne peut, en raison de son défaut de constance, servir à mesurer les variations de l'excitabilité. L'injection de morphine a pour effet de diminuer notablement la chromaxie de l'écorce.

Après morphinisation, la chromaxie est d'une grande stabilité et ne présente plus de variations individuelles.

— *G.-A. Nadson* et *N. Meisl* (prés. par M. Molliard). — **Le mécanisme d'action du chloroforme sur le protoplasme, le noyau et le chondriome des cellules d'*Allium cepa*.**

D'observations faites *in vivo*, il ressort que la partie de la cellule la plus sensible à l'action du chloroforme est son chondriome ; plus tard, on constate des modifications au sein du protoplasme et, bientôt après, au sein du noyau. Le caractère général des modifications produites par le chloroforme dans la substance vivante est tout à fait analogue à celui des modifications provoquées par les rayons X, déjà décrites par Nadson et Rochlin-Gleichgewicht. Ces modifications se rapprochent d'autre part étroitement de celles que montre la cellule lors de son vieillissement et de sa mort naturelle.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Emile André* et *Henri Canal* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Contribution à l'étude des huiles d'animaux marins. Recherches sur l'huile de Calmar (*Todarus sagittatus* Lk.).**

Les muscles qui constituent la majeure partie du corps du Calmar, et grâce auxquels il possède une mobilité extraordinaire, ne contiennent que fort peu de graisses ; celles-ci sont constituées par des glycérides associés à une proportion élevée de cholestérides (graisses protoplasmiques). Les alcools aliphatiques, saturés ou non, n'existent pas dans la graisse de Calmar.

ZOOLOGIE. — *Robert Weill* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le problème des cleptocnides. Les nématocystes de *Hermœa bifida* Mont (Nudibr.).**

Quelle que soit la signification de la physiologie particulière que présentent certains animaux à l'égard des nématocystes, les observations de l'auteur montrent qu'il n'existe pas nécessairement un rapport entre elle d'une part, l'éthologie, l'anatomie, et la systématique de l'autre. Le problème des cleptocnides ne peut donc pas être résolu par la seule étude des formes qui en possèdent.

BIOLOGIE. — *André Lwoff* et *Mlle Nadia Roukhelman* (prés. par M. F. Mesnil). — **Variations de quelques formes d'azote dans une culture pure d'infusoires.**

Au point de vue des transformations chimiques de milieu et plus spécialement au point de vue de l'excrétion d'azote sous forme d'ammoniaque et d'amides, *Glaucoma piriformis* (Cilié holotriche) et peut-être tous les Infusoires se rapprochent des Bactéries. Les Protozoaires du type physiologique *Glaucoma* se comportent vraisemblablement dans le sol comme les Bactéries ammonisantes.

— *A. Vandel* (prés. par M. F. Mesnil). — **Eriploïdie et Parthénogenèse chez l'Isopode, *Trichoniscus* (*Spiloniscus*) *provisorius* Racovitza.**

Le nombre de chromosomes dans les cellules somatiques des femelles sexuées et des mâles est seize ; celui des femelles parthénogénétiques, vingt-quatre. Ces dernières sont donc des formes ***triploïdes***. L'apparition de cette forme parthénogénétique triploïde est une mutation qui est due très probablement à la fécondation d'un œuf accidentellement non réduit par un spermatozoïde normal.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M. Lemoigne* et *P.-L. Dopter* (prés. par M. Roux). — **Sur les pertes d'azote provoquées par les Bactéries du sol en cultures pures.**

De nombreux microbes, que l'on trouve normalement dans le sol et dans les fumiers, sont capables de provoquer, en cultures pures, une perte d'azote. Cette perte s'effectue quand leur premier développement est terminé.

— *M. Javillier* et *H. Allaire* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur l'existence d'un indice de phosphore nucléique des tissus.**

Les auteurs montrent qu'il existe un indice de phosphore nucléique des tissus, c'est-à-dire que chaque tissu, dans une espèce donnée, présente une certaine teneur en phosphore nucléique caractéristique de ce tissu. Les teneurs en phosphore nucléique des organes analysés s'étendent de 6 mg (moelle épinière) à 249 mg (thymus) pour 100 grammes de matière vivante ; de 20 mg (moelle épinière) à 1.296 mg (thymus) pour 100 grammes d'organes secs.

Les indices de phosphore nucléique varient dans de certaines limites, étroites pour des organes sains d'animaux de même âge, en bon état physiologique, plus lâches si quelque circonstance intervient (âge, alimentation, maladie, etc.) qui différencie les uns des autres les individus comparés.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des sciences. — MM. H. Deslandres et H. Le Chatelier sont réélus membres du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique.

Laboratoire national de contrôle des médicaments. — Le laboratoire national de contrôle des médicaments (4, avenue

Digitized by Google

de l'Observatoire, à Paris) est chargé de l'analyse des échantillons de substances médicamenteuses, hygiéniques ou toxiques prélevés par les inspecteurs et les inspecteurs adjoints du service d'inspection des pharmacies. (*J.-O. du 25 juillet*).

Génie rural. — Le corps du Génie rural est réorganisé (décret du 10 juillet 1926). Le cadre supérieur comprend 3 Inspecteurs généraux, 32 Ingénieurs en chef, 60 Ingénieurs, 40 Ingénieurs adjoints et élèves ingénieurs.

Les Inspecteurs généraux ont leur résidence à Paris ; les Ingénieurs en chef sont placés à la tête de circonscriptions territoriales et ont leur résidence au chef-lieu de leur circonscription ; les Ingénieurs et Ingénieurs adjoints sont répartis sur tout le territoire suivant les besoins du service.

Les Ingénieurs adjoints se recrutent parmi les élèves ingénieurs sortant de l'école supérieure du Génie rural.

Sont seuls admis à l'Ecole supérieure du génie rural, en vue de l'obtention de ce grade, les élèves diplômés de l'Institut national agronomique, à leur sortie de cet établissement, suivant le mode adopté à l'Ecole Polytechnique pour le recrutement de ses écoles d'application, et sous les conditions fixées par arrêté ministériel.

La durée des études à l'Ecole est de vingt-cinq mois.

Les élèves classés premier ou second à la sortie de l'Institut national agronomique et pourvus d'une mission d'études, qui auront été admis à l'École supérieure du génie rural, conserveront leur mission. Ils devront accomplir les deux premières années de cette mission à Paris, où ils suivront en même temps les cours de l'École, et la troisième en France et à l'étranger en qualité d'ingénieur adjoint. Cette mission devra faire l'objet d'un rapport spécial.

Pour les renseignements complémentaires voir le *Journal officiel* du 21 juillet 1926.

Office international des épizooties. — Un arrangement international pour la création à Paris d'un Office international des épizooties avait été signé le 25 janvier 1924. Les ratifications de la France sur cet arrangement ayant été déposées à Paris le 11 juin 1926, ledit arrangement recevra sa pleine et entière exécution. Sa publication a paru au *Journal officiel* du 28 juillet 1926. Il est conclu pour une période de sept années à l'expiration desquelles il restera exécutoire pour des périodes de même durée. Vingt-sept gouvernements y ont actuellement adhéré.

L'Office a pour objet principal :

a) De provoquer et de coordonner toutes recherches ou expériences intéressant la pathologie ou la prophylaxie des maladies infectieuses du bétail, pour lesquelles il y a lieu de faire appel à la collaboration internationale ;

b) De recueillir et de porter à la connaissance des gouvernements et de leurs services sanitaires les faits et documents d'un intérêt général concernant la marche des maladies épizootiques et les moyens employés pour les combattre ;

c) D'étudier les projets d'accords internationaux relatifs à la police sanitaire des animaux et de mettre à la disposition des gouvernements signataires de ces accords les moyens d'en contrôler l'exécution.

L'Office s'occupera des maladies suivantes : Peste bovine, Fièvre aphteuse, Péripneumonie contagieuse, Fièvre charbonneuse, Clavelée, Rage, Morve, Dourine, Peste du porc.

L'Office est placé sous l'autorité et le contrôle d'un comité international qui est composé de représentants techniques, désignés par les Etats participants, à raison d'un représentant pour chaque Etat. Le comité de l'Office se réunit au moins une fois par an ; il élit un Président dont le mandat a une durée de trois ans.

Le fonctionnement de l'Office est assuré par un personnel comprenant : un Directeur, des fonctionnaires techniques et les agents nécessaires à la marche des services. Les dépenses sont couvertes par les Etats signataires.

Exposition internationale du caoutchouc. — La 7e Exposition internationale du caoutchouc et autres produits tropicaux aura lieu à Paris, au Grand Palais, du 21 janvier au 6 février 1927.

A l'occasion de cette Exposition, se tiendra un Congrès où seront faites des conférences sur le caoutchouc et les principaux produits tropicaux.

Les conférences auront lieu en français ou en anglais. La première semaine sera consacrée au Caoutchouc, la seconde, aux grands produits coloniaux.

Les communications seront groupées autant que possible sous les rubriques suivantes :

1re *semaine* : 1er jour. — *Le Latex* : Extraction, coagulation. Études physico-chimiques.

2e jour. — *Utilisation industrielle directe du Latex et des émulsions artificielles.*

3e jour. — *Les Heveas.* Sélection, Reproduction, Multiplication, Engrais.

4e jour. — *Charges et mélanges* dans l'industrie du caoutchouc. *Accélérateurs de vulcanisation.*

5e jour. — *Nouveaux usages industriels du caoutchouc.* — Raison de l'emploi du caoutchouc autre que l'Hevea dans l'industrie.

2e *semaine* :

1er jour. — *Le coton* : Récents progrès dans la culture, choix des races ennemies et parasites.

2e jour. — *Matières grasses* et en particulier celles des arachides et des palmiers à huiles, cultures, méthodes d'extraction, procédés de transformation en denrées alimentaires.

3e jour. — *Denrées alimentaires* : Riz, manioc, etc.

4e jour. — *Denrées de luxe* : Cacao, thé, café, vanille. Amélioration dans la production et l'usinage.

5e jour. — Produits divers de grande consommation : tabac, etc.

Les manuscrits devront parvenir aux secrétaires généraux avant le 1er novembre.

Pour renseignements complémentaires s'adresser à M. J. Gérard, secrétaire général de la Société de chimie industrielle, 49, rue des Mathurins, Paris.

Vie scientifique universitaire

Faculté des sciences. — Désormais, seront admis à s'inscrire, en vue de la licence, avec dispense du baccalauréat, les candidats de nationalité française justifiant du titre d'ancien élève de l'Ecole polytechnique, de l'Ecole supérieure d'électricité, de l'Ecole centrale lyonnaise admis aux examens de sortie en ayant obtenu le diplôme le plus élevé conféré par l'École. (*J. O.*, décret du 17 juillet 1926.)

Facultés de médecine. — Le paragraphe 6 de l'article 22 du décret du 10 septembre 1924 est modifié ainsi : « Tout candidat n'ayant pas obtenu dans un examen au moins cinq points pour une matière, tant à l'épreuve écrite qu'à l'épreuve orale, est ajourné, pour cette épreuve, à la session d'octobre-novembre. Il est renvoyé à la session de juillet suivante en cas de nouvel échec, sous réserve des dispositions prévues par le décret du 17 février 1926. » (*J. O*).

Université de Paris. — *Bourses Edgar Stern.* — Sous le nom de « Fondation Edgar Stern », donation a été faite à l'Université de Paris d'une rente annuelle de 10.000 francs dont les arrérages doivent servir à attribuer chaque année cinq bourses de 2.000 francs destinées à venir en aide à des étudiants inscrits dans l'une des cinq Facultés de l'Université de Paris.

Conditions à remplir :

1° Etre Français ou s'engager à ne pas répudier la qualité

Digitized by Google

de Français à l'âge requis si le candidat est mineur né en France de parents étrangers ;

2° Avoir au moins le grade de licencié pour les 3 Facultés : Droit, Sciences et Lettres, et dans les 2 autres Facultés ; suivant l'appréciation de l'Université, il devra avoir le nombre d'inscriptions suffisantes pour réaliser l'équivalence de la licence dans les autres Facultés;

3° Sans distinction de culte. L'Université est seule juge du choix des candidats et des Facultés, et n'accordera des bourses que pour une année seulement, renouvelables cependant pendant trois ans au profit du même étudiant et sur sa demande.

Les bourses seront attribuées par le Conseil de l'Université.

Les étudiants qui désireraient poser leur candidature sont invités à adresser leur demande à M. le Directeur du Bureau des Renseignements, à la Sorbonne, avant le 25 octobre 1926.

— *Cité universitaire.* — Après les fondations belge, canadienne et argentine, une fondation néerlandaise va être édifiée Un généreux américain, d'origine hollandaise, M. Preyer, vient de faire don à l'Université de Paris d'une somme de 5.000 livres en souvenir de son fils Arthur Preyer, étudiant de Princeton et lieutenant de l'aviation américaine, tué sur le front français le 18 août 1918.

Cette somme fournit les premiers fonds nécessaires pour la construction d'un immeuble destiné à procurer des logements à des étudiants hollandais et indonésiens, groupés autour d'un Centre d'Études dirigé par M. Vreede.

Désireux seulement de fournir ces premiers fonds afin de seconder l'initiative prise par un comité qui s'est récemment constitué à Paris sous la présidence d'honneur du Ministre des Pays-Bas pour la fondation d'un Centre Néerlandais dans la Cité Universitaire, M. Preyer n'a pas voulu que la fondation porte son nom. Sur la suggestion de M. André Honnorat, ancien Ministre de l'Instruction publique, qui préside aux destinées de la Fondation à laquelle incombe le soin de gérer l'ensemble des intérêts de la Cité Universitaire, la Fondation néerlandaise, devant contribuer à rendre à l'Université de Paris le caractère d'Universalité que lui avaient donné dès l'origine ses Collèges des nations, portera le nom de « Collège des Hollandais et indonésiens ».

— Le concours ouvert par la Fondation nationale pour le développement de la Cité Universitaire de Paris vient de prendre fin.

Sur les quatorze projets présentés, quatre ont été retenus. Ils sont dus à MM. Brisac, Georges Doyen, Robert Lebout. Antoine Marchisio. Quoique ces projets aient été jugés fort intéressants et remplis de suggestions utiles, le jury n'a pas cru devoir établir entre eux un classement. Il a donc récompensé les quatre auteurs, *ex-æquo*, par des primes de 5.000 fr.

École polytechnique. — M. Jouvet, capitaine instructeur à l'École militaire et d'application du Génie, est nommé Inspecteur des études.

École d'Électricité et de Mécaniques industrielles, — L'École a décerné 73 diplômes d'Ingénieur électricien mécanicien, à la suite des examens de sortie de l'année 1925-1926.

École supérieure du Génie rural. — Un concours pour l'admission comme élève libre à l'École supérieure du génie rural dépendant du ministère de l'agriculture s'ouvrira le 20 septembre 1926.

Le nombre des places mises au concours est fixé à cinq.

Il est délivré aux jeunes gens qui ont satisfait aux épreuves de sortie de l'école le diplôme d'Ingénieur civil du génie rural.

Les candidats au concours devront adresser leur demande, avec les pièces exigées, au Ministère de l'Agriculture, directeur général des Eaux et Forêts (Bureau du Génie rural), avant le 10 septembre.

Pour tous renseignements complémentaires concernant les conditions d'admission, le programme du concours et celui de l'enseignement donné à l'École supérieure du génie rural, les candidats devront s'adresser au secrétariat de cette école, 19, avenue du Maine, Paris 15e.

Université de Strasbourg. — Un décret du 23 juillet règle l'administration et le fonctionnement de la Bibliothèque nationale et universitaire de Strasbourg (*J. O.* du 25 juillet).

Le service de la Bibliothèque comprend :

1° Une salle de travail et une salle des périodiques pour le public et pour les étudiants ;

2° Une salle de travail réservée aux professeurs et au personnel scientifique de l'université de Strasbourg ;

3° Une salle des catalogues ;

4° Un bureau de prêt ;

5° Des annexes extérieures réservées plus spécialement à l'usage des facultés et des instituts de l'université de Strasbourg.

L'accès de la salle de travail, de la salle des revues et de la salle des catalogues est libre pour les étudiants immatriculés à l'Université ; il est subordonné, pour le public non universitaire, à l'obtention d'une carte délivrée par l'administrateur de la bibliothèque.

L'administrateur de la bibliothèque peut, à tout moment, interdire l'entrée de la bibliothèque à un étudiant qui aurait enfreint les règlements de l'établissement et prononcer le retrait de la carte délivrée à un particulier.

Le prêt fonctionne par voie d'emprunt direct pour les étudiants et pour les particuliers autorisés, et par voie postale pour toute personne qualifiée.

École préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Rouen. — La date d'ouverture du concours pour l'emploi de professeur suppléant de la chaire de Pharmacie, qui avait été fixée au 27 juillet 1926, est reportée au 21 octobre. Toutefois le registre d'inscription reste clos à la date du 26 juin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mission Rohan-Chabot. Angola et Rhodésia. T. IV. Fasc. I. Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Poissons. In-4° de 177 pages avec 18 planches et 1 carte. Geuthner, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Le quatrième tome de la Mission Rohan-Chabot qui vient de paraître est consacré aux Vertébrés. Les très nombreux matériaux rapportés par M. Rohan-Chabot, pendant les années 1912 à 1914, de son voyage à travers la partie méridionale de l'Angola et de la Rhodésia, de l'Ouest à l'Est jusqu'au Zambèze, toujours accompagnés de renseignements sur la situation géographique, la température, la nature du sol, la végétation des lieux de capture, ont permis d'intéressantes études.

M. Pellegrin a établi la liste des espèces de Poissons qui comprend notamment des formes rares, aussi bien dans les rivières qui vont à l'Atlantique que dans celles qui vont à l'Océan Indien, et une espèce nouvelle de Barbeau.

La liste des Reptiles, dressée par M. Angel, contient deux espèces nouvelles, un Ophidien, *Psammophis Rohani* Angel, et un Lézard, *Typhlacontras Rohani* Angel.

Par l'examen des très nombreuses espèces d'Oiseaux rapportées surtout de la zone nord des hauts plateaux, MM. Ménégaux et Berlioz sont parvenus à établir que la faune ornithologique de l'Angola et de la Rhodésia s'écarte de la faune congolaise pour se rapprocher de

Digitized by Google

celle de l'Afrique orientale et centrale; ils ont décrit également une nouvelle espèce de Turdidé.

La partie relative aux Mammifères ne comprend qu'un mémoire, très important, de MM. R. Anthony et F. Villemin, sur l'anatomie comparée et l'embryologie des Cynocéphales. M. Rohan-Chabot ayant eu la chance de capturer deux femelles pleines de *Papio* (*Chœropithecus*) *porcarius* Bodd., l'une contenant un fœtus correspondant à un fœtus humain de 2 mois $\frac{1}{2}$, l'autre un fœtus correspondant à un fœtus humain à terme, les auteurs ont pu établir sur ces quatre exemplaires le développement de quelques organes; ce travail est une des très rares études qui aient été faites sur le développement comparé de l'homme et des Singes.

MM. R. Anthony et F. Villemin ont suivi la marche de l'ossification; ils ont noté, en particulier, que chez les Cynocéphales le crâne s'allonge et s'élargit mais aussi qu'il s'aplatit du fœtus à l'adulte, que l'ossification de la main est moins précoce que chez l'homme, que dans le très jeune fœtus de Papio, la main est en avance sur le pied alors qu'à la fin de la vie intra-utérine l'ossification du pied est, comme chez l'homme, en avance sur celle de la main.

L'étude très poussée des organes abdominaux est basée sur les recherches précédentes de M. F. Villemin sur les changements de forme des organes péritonéaux chez l'homme et chez d'autres Primates. Cet auteur attribue une importance prépondérante à la station de l'animal qui modifie la forme de la cage thoracique, laquelle entraîne des changements dans la position des organes et même dans la forme de ceux-ci.

Chez le Papio, la cavité abdominale subit d'abord un aplatissement transversal, ensuite un allongement, qui modifient la situation et la forme de l'estomac, du foie, de la rate, etc. C'est ainsi, par exemple que l'estomac, vertical au début, quand la cavité abdominale est longue, devient transversal quand cette cavité s'élargit, pour finalement s'allonger en même temps que cette dernière.

Pour le rein, les auteurs ont noté que chez le fœtus à terme, cet organe est absolument lisse; ce fait est intéressant à signaler car chez l'homme il existe une lobation nette du rein à la fin de la gestation et qui persiste jusqu'à 5 ou 6 ans; chez le Gorille et le Chimpanzé le rein ne présente qu'un début de lobation à la naissance tandis que chez les Catarrhiniens et les Platyrrhiniens il est lisse comme chez le Papio. Il y aurait là une confirmation de l'hypothèse de M. R. Anthony attribuant une relation entre la lobation rénale et l'ensemble des conditions susceptibles d'augmenter la sécrétion urinaire (volume somatique, climat, etc.).

Ce volume est abondamment illustré de dessins et de très belles planches; on doit être reconnaissant à M. Rohan-Chabot d'avoir, non seulement, recueilli des matériaux précieux, mais aussi d'en avoir, dans les difficiles conditions actuelles, donné une si luxueuse présentation.

F. Coupin.

Petite Industrie Chimique (Industrie des Métalloïdes), par L. Hackspill et P. Remy-Genneté. In-8° de 834 p. avec 124 figures. *Encyclopédie de Chimie Industrielle*. Baillière, éditeur. Paris. — Prix : 85 fr.

Cet important ouvrage apporte aux savants une documentation complète sur les méthodes de préparation des métalloïdes et dérivés, à l'exception du soufre et de ses composés, des acides minéraux, de la silice et des silicates. Les auteurs y ont rassemblé une masse considérable de matériaux ne se bornant pas à décrire les procédés d'une application courante, mais mentionnant aussi tous ceux qui furent étudiés. Pour donner une idée du soin méticuleux avec lequel fut composé l'ouvrage, il suffit de dire que 127 pages sont consacrées à l'hydrogène; ce développement est en rapport avec l'intérêt sans cesse grandissant de la question depuis l'apparition des deux grands problèmes industriels que constituent l'hydrogénation des huiles et la synthèse de l'ammoniac.

Chaque question est accompagnée d'observations personnelles que M. Hackspill doit à ses fonctions dans les commissions militaires de contrôle chimique en Allemagne : renseignements multiples et inédits sur les réalisations industrielles les plus récentes. Toutes les descriptions sont illustrées par des schémas. Une place importante est réservée aux questions d'actualité telles que celle du chlore liquide, de l'industrie du désétamage, du noir de fumée, des charbons décolorants et absorbants sans omettre les problèmes que M. Hackspill étudia pendant la guerre, comme le séchage du chlore par le fer et la fabrication continue du chlorure stannique.

Bien que cet ouvrage ait un caractère essentiellement industriel et qu'il suppose le lecteur familiarisé avec l'étude de la chimie pure, les propriétés des corps étudiés sont rappelées au début de chaque chapitre.

Nous manquions d'ouvrage français qui présente l'état actuel de l'industrie des métalloïdes; la *Petite Industrie Chimique* vient combler cette lacune. Le but est parfaitement atteint, sous la forme la plus claire, la plus complète, la plus scientifique.

A. Chrétien.

La chimie des matières colorantes organiques, par P. Castan, docteur ès sciences, privat-docent à l'Université de Lausanne. In-16 de 540 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

L'auteur a surtout réuni dans ce volume les théories de la coloration chez les composés organiques servant à la teinture et les explications détaillées des réactions permettent d'obtenir les colorants.

A l'encontre des auteurs qui étudient les colorants au point de vue technique, il a mis sur pied d'égalité des colorants de valeurs industrielles très différentes, mais d'importances égales au point de vue scientifique.

Les colorants principaux ont été décrits en détail, car on doit toujours les considérer comme les types des diverses classes qu'ils représentent.

L'auteur accorde une attention particulière aux phénomènes de salifications des divers groupes, car ils permettent bien souvent de pénétrer rapidement la structure d'un corps coloré organique. Les colorants naturels sont aussi décrits dans cet ouvrage et leurs synthèses chimiques forment l'objet d'un chapitre spécial.

Ce volume ne doit pas être envisagé comme un précis de la Chimie pure des colorants; dans l'esprit de son auteur, il doit permettre à tout chimiste de se rendre compte des principes scientifiques qui sont à la base de toute étude chimique des matières colorantes organiques.

L. Ft.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 16 — 64e ANNÉE — 28 AOUT 1926

LA MINÉRALOGIE, SCIENCE NATURELLE. -- LA SCIENCE ET LES COLONIES (1)

La tradition veut que le Président de l'Association française pour l'Avancement des Sciences inaugure les Sessions par un discours consacré à une question touchant à sa discipline propre. Je ne saurais manquer de me plier à un tel usage.

Minéralogiste d'origine, j'ai eu l'heureuse fortune d'avoir plusieurs très bons maîtres dont j'ai plaisir à évoquer les noms : Des Cloizeaux, Fouqué, Michel-Lévy, Daubrée, Damour, très bons maîtres, non seulement par leur science, mais encore par leur cœur et par la compréhension de leurs devoirs envers leurs élèves. Ils avaient, par bonheur, une façon assez différente de comprendre la science minéralogique. Certes, les chemins qu'ils suivaient avaient beaucoup de points communs, mais en bien d'autres ils étaient séparés par des barrières plus ou moins hautes, des fossés plus ou moins profonds. Leur libéralisme vis-à-vis des idées de leurs disciples m'a amené à la tentation de franchir ces barrières, de sauter par-dessus ces fossés et cet exercice hygiénique m'a conduit à la conception de la minéralogie que je cherche à développer autour de moi, non sans l'appliquer moi-même.

L'étude des minéraux se peut concevoir de bien des façons, et c'est ce qui en fait à la fois le charme et la complication. Elle comporte l'union intime, et nécessaire, des sciences mathématiques, physiques, chimiques et naturelles. A moins d'être essentiellement un mathématicien, un physicien ou un chimiste, et dans ce cas il est généralement l'un ou l'autre, le minéralogiste, tel que je le comprends du moins, ne considère pas la cristallographie, l'optique des cristaux, la détermination de la composition chimique des minéraux comme des fins, mais comme des moyens. Il utilise les raffinements les plus modernes de ces divers procédés d'observation, mais dans un but de naturaliste.

Toute la minéralogie ne consiste pas à étudier, même d'une façon très approfondie, la morphologie, l'ensemble et le détail des propriétés intrinsèques des minéraux, puis ceux-ci étant correctement spécifiés, à les situer dans une systématique. Tout cela est nécessaire, mais ce n'est qu'un commencement. Un minéral, en effet, n'est pas un objet inerte et isolé du monde extérieur ; il est différent, dans une certaine mesure, d'un cristal fabriqué dans un laboratoire, encore que l'on puisse discuter à ce sujet. Il faut donc étudier également les modalités géologiques de ses gisements et déterminer ainsi le rôle qu'il joue dans la Nature. Là plus qu'ailleurs vont se rencontrer barrières et fossés.

Pendant longtemps, beaucoup de minéralogistes se consacraient exclusivement à l'étude des minéraux se trouvant en beaux échantillons, des minéraux isolés dans les cavités sous forme de cristaux distincts, c'est-à-dire à l'étude de monstres ou d'exceptions, car, dans le monde minéral comme dans le monde vivant, la perfection n'est pas la règle ; les savants de ce genre se considéraient comme les seuls véritables minéralogistes. Quant à l'étude des mêmes minéraux entrant dans la constitution

(1) Extrait du discours prononcé le 26 juillet 1926 par M. Alfred Lacroix, Président de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, à la séance d'inauguration du 50e Congrès de l'Association, tenu à Lyon.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

des roches et à l'étude des roches elles-mêmes, elles formaient un domaine spécial, regardé volontiers par les minéralogistes dont je viens de parler comme étant de seconde zone ; ce domaine est celui de la lithologie, on disait alors la pétrographie ; et, dans l'étude des roches, combien de compartiments encore, dans quoi étaient enfermés et les hommes et les choses : roches éruptives et métamorphiques d'une part — c'est l'aristocratie — roches sédimentaires, d'une autre, quelque peu dédaignées et abandonnées en pâture aux géologues stratigraphes ! Quant aux minéraux et aux masses minérales ne se rencontrant ni dans les roches éruptives ou métamorphiques ni dans des couches de sédiments, ceux formant des filons ou bien constituant des gisements économiquement utilisables, leur étude, hier encore à peine ébauchée dans des enseignements universitaires, était reléguée, sous le nom de géologie appliquée, dans les programmes des Écoles des Mines.

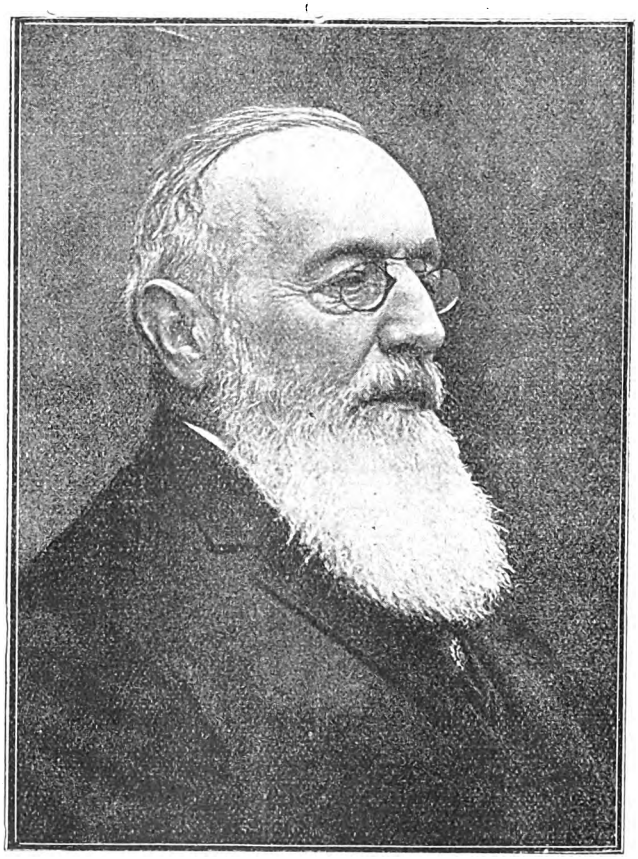


Fig. 265. — M. Alfred Lacroix,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle,
Président de l'Association française pour
l'Avancement des Sciences.

Est-il besoin de dire que toutes ces cloisons étanches n'ont aucune raison d'être. Il ne doit y avoir dans le domaine minéralogique aucune chasse gardée et le minéralogiste moderne doit être en état et en droit de le parcourir dans son ensemble.

L'union de la géologie et de la minéralogie doit être intime ; elle est indispensable et constitue mieux qu'un mariage de raison. Seule, elle peut conduire à des notions d'origine, but suprême des sciences naturelles. Dans bien des cas, ce but ne pourra être atteint avec certitude qu'avec l'aide de l'expérimentation ; le rôle de celle-ci a été jusqu'à présent assez restreint, bien qu'il augmente sans cesse d'importance, mais il arrive que l'observation de certains phénomènes ressemble d'une étrange façon à de véritables expériences, je veux parler des enseignements fournis par l'étude des volcans actifs. Souffrez que je m'y arrête.

L'un des problèmes les plus obscurs de la lithologie est le mode de formation d'un des minéraux les plus abondamment répandus dans les roches, le quartz, qui se rencontre de toutes parts dans le Lyonnais. L'étude minutieuse et combinée de la composition minéralogique et chimique de la lave dacitique accumulée, dans un vieux cratère, sous forme de dôme, lors de l'éruption, douloureusement fameuse, de la Montagne Pelée, en 1902, a fourni, sur le mode de formation de ce minéral dans les roches volcaniques, de précieuses notions. Il a été possible de suivre, jour par jour, pendant plus d'une année, les variations de la structure et de la composition minéralogique — je ne dis pas chimique, car celle-ci est restée constante, — de cette lave, en fonction de tous les phénomènes éruptifs accompagnant sa mise en place, et c'est ainsi que, pour la première fois, sous l'œil conscient de l'homme, on a pu assister à la naissance du quartz dans une roche volcanique. Cette observation qui, pour la première fois aussi, fournissait des notions précises sur le mode de formation d'un type de montagne volcanique fréquemment réalisé dans le passé, notamment dans notre Massif central, mais que l'on n'avait jamais vu se produire, cette observation a, du même coup, apporté une démonstration expérimentale de cette notion qu'une roche microgrenue quartzifère peut se produire presque à la surface du sol et que, par suite, les roches, dites de profondeur telles que le granite, ne différant des précédentes que par une cristallinité plus grande, peuvent être, dans bien des cas, de formation beaucoup moins profonde qu'on ne l'admet généralement.

Le Vésuve apporte des précisions du même ordre.

Digitized by Google

Ce volcan, qui est celui dont l'activité a été le mieux suivie jusqu'ici et depuis le plus grand nombre d'années, présente dans son dynamisme un rhytme très régulier mais dont les périodes sont de durée fort variable. A l'aide de petits épanchements intercratériens de lave et d'émissions de coulées partant des régions élevées de son cône, le volcan accroît peu à peu celui-ci jusqu'à ce qu'il ait acquis une forme régulière et très pointue, terminée par un cratère de dimensions exiguës. Alors, une grande fente déchire la montagne; de la partie la plus inférieure de cette fente et à faible altitude, part une coulée de lave qui descend vers la mer, coulée rapide et souvent dévastatrice, alors que les précédentes étaient lentes et inoffensives; puis, la lave s'arrête, et, par une gigantesque explosion, ou par une série d'explosions, le volcan projette son sommet dans les nuages. Quand, après quelques jours ou quelques semaines, l'obscurité rendue épaisse par la chute d'une fine poussière soulevée par des explosions répétées de moins en moins violentes la montagne se découvre, on constate qu'elle a perdu plusieurs centaines de mètres de sa hauteur et qu'elle est creusée d'un gouffre, à parois verticales et de plusieurs centaines de mètres de profondeur. Ses flancs sont recouverts d'une couche épaisse de cendres et de blocs de laves; c'est un puzzle gigantesque dont le minéralogiste va pouvoir recueillir les pièces éparses qui lui permettront de reconstituer l'histoire d'innombrables expériences synthétiques naturelles qu'il peut même dater, car elles ont été réalisées entre deux phénomènes de même nature, de 1872 à 1906, dans la dernière grande éruption de ce type que j'ai eu l'occasion de suivre. Ces blocs, en effet, sont imprégnés de sels alcalins, leurs cavités sont remplies de nombreux silicates néogènes bien cristallisés; leurs minéraux essentiels ont subi des transformations multiples. L'étude de tous ces produits, formés non par fusion mais par voie pneumatolytique, la discussion de leurs associations sont fécondes en résultats et apportent de lumineuses indications sur le mécanisme de ce phénomène de métamorphisme qui tenait tant à cœur au minéralogiste lyonnais Fournet, et pour l'explication duquel l'on est encore réduit à des hypothèses, si l'on reste sur le terrain des observations géologiques, les seules possibles lorsqu'il s'agit des formations anciennes.

Il serait facile de multiplier les exemples de ce genre; je crois en avoir assez dit pour mettre en relief l'ampleur et la beauté des champs de recherches qui s'ouvrent devant la plus grande minéralogie. Sans doute, il n'est pas possible d'exiger que le même homme ait une égale compétence sur de si vastes régions des connaissances humaines; mais, ayant conscience de l'ensemble, chacun peut choisir sa direction suivant ses goûts, ses aptitudes et ses moyens. Je suis intimement persuadé que les parties les plus fertiles de ce vaste domaine sont celles qui bordent les frontières extérieures ou qui constituent ces barrières et ces fossés dont je parlais tout à l'heure.

Il n'y a pas, d'ailleurs, que les aptitudes, et les goûts, avec lesquels il faille compter dans la destinée d'un homme de science, il y a aussi les circonstances. Je rappelais, il y a quelques instants, l'éruption de la Montagne Pelée; c'est elle qui m'a conduit, pour la première fois, dans les pays tropicaux, et a orienté une grande partie de mon activité ultérieure vers les Colonies. Je ne sortirai donc pas de la direction qui m'est assignée par la tradition en vous entretenant de celles-ci avant de terminer.

***

Aussi bien est-ce là un sujet qui est à sa place, dans les conjonctures actuelles, devant une telle assemblée, et dans cette ville qui, par goût et par intérêt, est si attachée à tout ce qui concerne les pays lointains.

Il y a peu de mois, tous ceux que préoccupe l'avenir de notre empire colonial ont entendu avec étonnement d'abord, avec stupéfaction et indignation bientôt, une vague rumeur, aussitôt précisée. En présence des difficultés financières de l'heure, dans divers milieux, fut émise l'idée que d'importantes ressources pourraient être tirées de la vente d'une ou de plusieurs de nos colonies; de la vente d'une ou plusieurs de nos Frances lointaines, vous m'avez bien compris. Idée à la fois impie et inconsidérée!

Il est vrai que le Ministre des Colonies n'a pas manqué, avec une grande hauteur de vue, de faire justice d'une semblable aberration, mais il me semble que les hommes de science, non seulement comme citoyens, mais encore au nom de la Science, ont le droit et le devoir de donner leur opinion, car si la connaissance et l'exploitation rationnelle des richesses coloniales, indispensables au développement économique de la métropole, ont un besoin impérieux du concours de la science, la science, à son tour, tire des colonies d'incomparables matériaux pour son activité. C'est là un bel exemple de symbiose à bénéfice réciproque.

J'ai dit une idée impie, car la France a contracté une dette d'honneur et d'humanité vis-à-vis des populations qui se sont données à elle ou qu'elle a conquises avec le sang des siens. Si cette dette n'était pas déjà imprescriptible, elle le serait devenue depuis que tant d'hommes de toutes races, de toutes couleurs, de toutes religions dorment

Digitized by Google

leur dernier sommeil, couchés avec les nôtres, de l'Yser aux Vosges et sur tous les points du monde où nous avons lutté avec eux pour la défense de notre existence et de la liberté. Leur effort généreux s'est confondu avec celui de nos enfants, — et l'on ne vend pas ses enfants.

J'ai dit une idée inconsidérée, parce qu'au moment où partout se dressent, d'une façon si aiguë, la question des matières premières, de la main-d'œuvre et celle des débouchés à trouver aux produits de l'industrie et du commerce, au moment où toutes les nations qui ne possèdent pas, ou ne possèdent plus de colonies, interrogent anxieusement l'horizon pour en découvrir, il serait insensé de se défaire — et à quel prix — de celles qui nous ont coûté si cher à acquérir, à conserver, à aménager; il serait insensé de les vendre, quand nous recueillons déjà les fruits d'un long, coûteux et persévérant effort. En dehors de toute question de sentiment, l'on ne vend pas la poule au moment où elle commence à pondre ses œufs d'or.

Ce n'est pas en quelques minutes qu'il est possible de brosser le tableau des services mutuels que se rendent la science et la colonisation; mais, puisque les diverses sections de notre Association se partagent tous les aspects de la science, permettez-moi d'emprunter à plusieurs d'entre elles quelques exemples particulièrement frappants, et, comme je ne veux, ni faire de distinctions ni tresser des couronnes, je ne citerai aucun nom de personnes; à peine, d'ailleurs, serait-ce nécessaire, les noms qui seraient le complément utile de ce bref exposé viendront d'eux-mêmes sur vos lèvres.

Lors de la prise de possession d'une colonie, l'explorateur, l'officier, sont les premiers à dresser du pays une carte de reconnaissance à grande échelle, base indispensable à toute entreprise ultérieure. Dans cet ordre de travaux, d'inappréciables progrès apportent des facilités autrefois inconnues : la télégraphie sans fil, les instruments des hauteurs égales permettent, depuis quelques années, de fixer d'une façon précise la position géographique de n'importe quel point du globe.

A cette période héroïque, succède celle de la colonisation; le besoin se fait sentir de documents moins imparfaits. Chaque jour, le développement économique les exige plus impérieusement : les grands travaux d'intérêt public (routes, chemins de fer, aménagement des ports, développement des forces hydro-électriques), l'étude géologique, en vue de la découverte de l'exploitation des produits du sous-sol, les améliorations agricoles nécessitant des travaux d'irrigation, sont rendus d'autant plus faciles que les ingénieurs, les géologues, les agronomes disposent de cartes plus précises et à plus grande échelle; c'est alors que doivent entrer en scène, au plus vite, les spécialistes : géodésiens, topographes, hydrographes, cartographes.

Si les programmes d'ensemble sont établis sans retard; si l'on comprend, en haut lieu, la nécessité d'un canevas géodésique de haute précision préalable, quel que soit son prix; si l'on y superpose un réseau de nivellement de précision, les topographes et les géomètres du cadastre, quand les besoins de celui-ci se fera sentir, n'éprouveront aucune difficulté. De tels travaux ne sont pas sans rencontrer des obstacles, parfois insurmontables, dans des pays encore incomplètement connus, partiellement couverts par la brousse ou la forêt, où les opérateurs ont trop souvent à lutter contre un climat meurtrier ou contre la mauvaise volonté des indigènes, mais ils constituent un idéal qu'il faut s'efforcer de réaliser. Aussi, la constitution d'un Service géographique régulier, confié à des hommes d'une compétence reconnue, s'impose-t-elle à toute colonie.

La compréhension nette de tels besoins n'a pas toujours été saisie; certaines de nos colonies n'ont que trop souffert de travaux hâtifs, fragmentaires, établis sans plan d'ensemble, qu'il a fallu recommencer avec une grande dépense de temps et d'argent. Si notre Afrique du Nord et la Syrie ont été, dès l'origine, engagées dans la bonne voie, en Indochine, à Madagascar, en Afrique occidentale, quelle longue période de tâtonnements avant d'y pénétrer, période dont l'Afrique équatoriale n'est pas encore sortie! Il semble qu'on n'ait pas toujours eu conscience de ce que, pour tirer le meilleur parti possible de vastes territoires, la première condition est d'en posséder une image fidèle.

Les sciences géophysiques, à leur tour, ne sont pas sans jouer un rôle important dans la mise en valeur des colonies. Si la séismologie et la volcanologie intéressent surtout ou exclusivement celles exposées à souffrir des fléaux que sont les tremblements de terre et les paroxysmes volcaniques, le magnétisme terrestre, l'océanographie, l'hydrologie, et surtout la météorologie, trouvent chez toutes d'utiles applications.

En échange des services rendus par les sciences géodésiques et géophysiques, les colonies leur offrent un vaste champ d'action, où elles peuvent récolter d'abondants documents nouveaux, précieux pour les recherches théoriques. Aussi ne faut-il pas s'étonner si, en règle presque générale, c'est surtout chez les nations possédant un important empire colonial que les sciences en question ont été, à toute époque, les plus florissantes.

Les mêmes observations peuvent être faites pour

Digitized by Google

la minéralogie et la géologie, avec cette remarque toutefois que les vérités, cependant si évidentes que je viens d'énoncer, ont été beaucoup plus longues encore à être comprises. L'Afrique du Nord, l'Indochine ont organisé de puissants services géologiques; Madagascar est en excellente voie, l'Afrique occidentale a de bonnes intentions, l'Afrique équatoriale en prépare, mais que dire de la Guyane et de la Nouvelle-Calédonie, colonies qui tirent de leur sous-sol une partie importante de leurs ressources et où tout reste à faire à cet égard? Quelle singulière méthode que celle consistant à vouloir exploiter des gisements minéraux avant d'avoir fait une étude d'ensemble de la région qui les renferme! L'exemple du Congo belge montre cependant comment les dépenses effectuées pour les recherches de cet ordre constituent parfois des placements à énorme intérêt.

Le bénéfice réciproque de la science et de la pratique dans l'étude de la minéralogie des pays neufs peut être considérable. Madagascar a été, et est encore, une mine inépuisable d'observations nouvelles : minéraux, types lithologiques jusqu'alors inconnus, modes de gisements exceptionnels et insoupçonnés y abondent. Parmi ces minéraux nouveaux, tout d'abord considérés comme des curiosités scientifiques, certains sont devenus une source de profits : on peut rappeler à cet égard les minerais de radium, et encore les gemmes, le corindon, le zircon venus se joindre aux micas, au graphite, comme produits fructueusement exploités, laissant loin derrière eux l'or qui, seul tout d'abord, avait attiré les prospecteurs.

On ne saurait estimer trop haut l'importance du rôle des botanistes qui ont fait l'inventaire des végétaux de nos colonies, soit en dressant des flores, telles que la flore forestière de la Cochinchine, la flore générale de l'Indochine, soit en étudiant tout ou partie de la végétation d'une région plus limitée ou en faisant des monographies spécialisées.

L'examen des diverses espèces ligneuses peuplant la grande forêt équatoriale africaine en a fait découvrir un grand nombre, jusqu'alors inutilisées, dont les bois sont maintenant importés dans la métropole. D'autre part, des travaux histologiques de laboratoire ont permis de définir la structure de ces bois, ainsi que de ceux de l'Indochine et de Madagascar et ces caractères fournissent des bases précises à la spécification qui facilite leur utilisation pratique.

De nombreuses espèces de plantes à caoutchouc ont été exploitées par les indigènes lorsqu'on leur eût appris à saigner les lianes et les arbres laticifères; il a fallu aussi leur fournir le moyen de distinguer les porteurs de latex utilisable de ceux qui sont dépourvus de valeur. Cette étude a révélé dans le Centre africain la présence de lianes à caoutchouc, modifiées par les feux de brousse et qui, sous l'influence de ces conditions biologiques défavorables, ont dû modifier leur système souterrain, de telle sorte que c'est dans leurs rhyzomes que s'accumule le caoutchouc et non plus dans les parties aériennes de la plante.

Jusqu'au milieu du siècle dernier, l'on a cultivé une seule espèce de caféier; une sorte de rouille, l'*Hemileia devastatrix* est venue, qui menaçait de la faire disparaître du monde entier; depuis cinquante ans, on a pu lui substituer d'autres espèces plus résistantes, grâce aux découvertes faites par les botanistes dans l'Afrique tropicale.

Il faudrait encore insister sur bien d'autres sujets et notamment sur l'expérimentation agricole dans les pays chauds, source d'améliorations de la culture de certaines plantes (Riz, Hevea à caoutchouc, Théiers, Palmiers, etc.) et d'accroissement de leur rendement. Elle a permis également de lutter contre les maladies des plantes.

On pourrait discuter longuement sur l'importance des études consacrées aux animaux, aussi bien au point de vue de la zoologie pure que de la meilleure connaissance, de la meilleure utilisation de ceux qui peuvent servir à l'homme; non moins intéressante et féconde en application est la connaissance de ses innombrables ennemis de toutes dimensions.

La première richesse naturelle d'un pays est la population qui l'habite. Pour la bien comprendre et la bien conduire, pour faire de la bonne politique indigène, il est indispensable de connaître exactement sa nature physique, ses langages, sa religion, ses mœurs, ses cadres sociaux. Et tout cela doit s'apprendre, non pas au hasard de la bonne volonté, de la curiosité des administrateurs et des voyageurs, mais méthodiquement, comme s'apprend toute autre branche de la science. L'anthropologie et l'ethnologie sont des guides qu'on a peut-être eu le tort de trop négliger chez nous, mais dont l'importance éclate aujourd'hui aux yeux de tous, ainsi qu'en témoigne la création récente d'un Institut d'ethnologie à l'Université de Paris. A cet égard, nos colonies, et particulièrement celles d'Asie et d'Afrique, constituent un champ inépuisable d'activité pour les chercheurs.

Notons enfin qu'un des devoirs les plus impérieux des peuples colonisateurs, aussi bien que leur intérêt le plus immédiat, consiste à veiller à la santé, à l'hygiène et au bien-être des indigènes. A ce point de vue, les médecins coloniaux ont été

Digitized by Google

de tout temps d'infatigables missionnaires d'humanité et de science, mais c'est surtout avec la doctrine pastorienne que la médecine tropicale a pris une ampleur dont on ne peut fixer les limites. Les disciples du maître ont transporté à travers le monde leur enthousiasme et leur apostolat admirable, recueillant d'ailleurs comme récompense, en outre de la satisfaction du devoir social accompli, d'innombrables découvertes scientifiques.

Faut-il rappeler l'Institut Pasteur de Saïgon et de Nha-Trang, les bienfaits qu'ils ont répandus en Indochine et dans les pays d'alentour par la vaccination contre la variole et la rage, les travaux sur les venins de serpent d'où est sortie la sérothérapie antivenimeuse, la découverte du microbe de la peste qui a conduit à celle du sérum antipesteux.

En Afrique, les Pastoriens ont fait la tache d'huile : en Tunisie, en Algérie, au Maroc, au Sénégal, au Niger, en Guinée, au Tchad, au Congo, à Madagascar.., partout où il y avait quelque risque à courir ou quelque maladie nouvelle à dépister et à combattre. Le paludisme sous toutes ses formes, après la découverte de son Hématozoaire par Laveran, la fièvre jaune, la fièvre de Malte, le typhus exanthématique et la fièvre récurrente, avec la découverte du rôle des poux dans la propagation de ces deux fléaux, les leishmanioses, la maladie du sommeil et les trypanosomiases, la mise au jour du rôle des puces dans la transmission du microbe de la peste au rat et du rat à l'homme, sont, entre bien d'autres, autant d'étapes glorieuses d'une lutte incessante pour la santé des hommes et des animaux, et pour la conquête d'importantes notions biologiques nouvelles.

Je m'excuse d'avoir si longtemps abusé de votre attention ; j'espère vous avoir convaincus que plus que tous autres les hommes de science ont de multiples raisons d'être d'ardents défenseurs de la cause coloniale ; ils ont le devoir de pousser de toutes leurs forces les jeunes gens dans cette direction. A ceux qui, débutant dans la carrière, sont à la recherche de sujets de travaux, de sujets de thèses et qui ont une tendance lamentable à reprendre des questions usées ou déflorées, notre Association montre qu'au delà des mers, dans toutes les disciplines, ils trouveront, avec effort sans doute, mais toujours avec profit, une moisson abondante qu'ils pourront recueillir pour eux d'abord, mais aussi pour le plus grand bénéfice de la Science et du Pays.

Alfred Lacroix,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle.

LA NATURE DE LA CHALEUR

La doctrine du calorique. — 1. Dans un grand nombre de cas, et notamment en calorimétrie, tout se passe comme si la chaleur se conservait et se transportait d'un groupe de corps sur un autre sans perte ni gain ; la chaleur se comporte comme un liquide qu'on transvase d'un récipient dans un autre. L'idée devait donc venir naturellement d'assimiler la chaleur à un fluide. Ce fut là l'hypothèse admise, presque sans contestation, pendant tout le XVIIIe siècle.

On assimilait la chaleur à un fluide impondérable et indestructible, appelé *calorique*, dont l'accumulation ou la raréfaction sur un corps en augmentait ou en diminuait la température. Les changements d'état étaient attribués à des combinaisons et des décompositions entre le calorique et la matière. Pendant la fusion et la vaporisation, le calorique fourni par un foyer entrait en combinaison et semblait disparaître ; il devenait *latent*. Dans la liquéfaction et la solidification, une décomposition survenait qui libérait le calorique emmagasiné pendant la vaporisation et la fusion.

La théorie du phlogistique, édifiée par le physicien allemand Stahl, constituait une vaste synthèse qui groupait un grand nombre de faits connus grâce à la considération d'un fluide très fortement apparenté au calorique. Les corps combustibles étaient supposés renfermer un principe inflammable appelé phlogistique, qui se dégageait pendant la combustion ; le même principe, présent dans les métaux, disparaissait par chauffage à l'air de ces métaux, en laissant comme résidu les chaux métalliques, que nous appelons aujourd'hui oxydes et qu'on considérait alors comme des métaux déphlogistiqués ; par calcination en vase clos avec des corps riches en phlogistique, comme le charbon, les chaux redonnaient le métal dont elles provenaient. Ainsi Stahl expliquait-il les phénomènes observés depuis longtemps dans les opérations métallurgiques.

On sait comment la doctrine du phlogistique fut ruinée par les immortelles recherches de Lavoisier. Il établit que les corps combustibles et les métaux, au lieu de perdre, gagnent au contraire quelque chose quand on les brûle ou quand on les chauffe à l'air, ce quelque chose étant l'oxygène.

Quand le charbon ramène les chaux à l'état métallique, loin de leur fournir du phlogistique, il leur enlève l'oxygène auquel il s'unit pour donner l'anhydride carbonique.

2. Admettre que le calorique est indestructible

Digitized by Google

c'est admettre que la quantité de ce fluide contenue dans un corps reprend la même valeur quand le corps revient au même état, quelles que soient les transformations qu'il ait subies. Personne, au XVIIIe siècle, ne mettait en doute cette propriété qu'on regardait comme fondamentale. Cependant, un certain nombre de faits étaient connus qui eussent pu suffire à en montrer l'inexactitude. Parmi eux, l'un des plus probants était l'énorme quantité de chaleur constatée et mesurée par Rumford lors du forage des canons, en de célèbres expériences faites à la fonderie de Munich. Mais, au lieu de voir dans ce phénomène une transformation du travail mécanique en chaleur, les physiciens en cherchèrent une explication conforme à leurs idées. Les savants, comme le reste des hommes, sont volontiers routiniers et éprouvent souvent bien de la répugnance à modifier leurs conceptions. Lorsqu'un fait nouveau surgit qui semble en contradiction avec des théories qui leur sont chères, leur premier soin est, en général, de chercher quelles modifications il conviendrait d'apporter à ces théories pour les faire cadrer avec l'expérience.

Au lieu de voir dans le dégagement énorme de chaleur produit par le forage du canon une transformation du travail mécanique en chaleur, les contemporains de Rumford préférèrent supposer que la chaleur spécifique des copeaux de bronze détachés du canon pendant le forage était inférieure à celle du bronze massif ; les copeaux ne pouvant conserver, à poids égal, qu'une quantité de chaleur très inférieure à celle du bronze compact, le reste était libéré sous forme de chaleur sensible. Tout frottement étant accompagné d'une usure plus ou moins apparente des corps en contact, la même interprétation s'étendait à tous les cas. Pour expliquer l'élévation de température qui résulte de la compression des gaz, on admettait que la capacité calorifique d'une masse gazeuse diminuait en même temps que le volume. Cependant, Rumford ne s'était pas borné à montrer que le frottement dégage de la chaleur. Il avait mesuré la chaleur spécifique du bronze des canons et celle de la limaille provenant du forage et trouvé, dans les deux cas, le même nombre.

Une expérience de Davy était tout aussi difficile à concilier avec l'hypothèse de l'indestructibilité du calorique. Le célèbre chimiste anglais avait constaté que le frottement de deux blocs de glace l'un contre l'autre en provoque la fusion. La chaleur spécifique de l'eau étant supérieure à celle de la glace, on ne pouvait attribuer la production de la chaleur nécessaire à la fusion de la glace à une différence entre les chaleurs spécifiques du corps frotté et du corps provenant du frottement.

Les expériences de Rumford et de Davy passèrent inaperçues et la foi des physiciens dans le principe de la conservation du calorique n'en fut pas ébranlée jusqu'à Seguin et Mayer.

Dans ses « Réflexions sur la puissance motrice du feu », où Carnot énonce, pour la première fois, le principe qui devait immortaliser son nom, il admet encore l'indestructibilité du calorique. Mais les idées de Carnot sur la chaleur se modifièrent peu à peu ; des notes manuscrites publiées en 1878, témoignent que sur la fin de sa vie il avait adopté l'idée de l'équivalence entre la chaleur et le travail.

« La chaleur, écrit-il, n'est autre chose que la puissance motrice, ou plutôt le mouvement, qui a changé de forme. C'est un mouvement dans les particules des corps. Partout où il y a destruction de puissance motrice, il y a en même temps production de chaleur en quantité précisément proportionnelle à la quantité de puissance motrice détruite. Réciproquement : partout où il y a destruction de chaleur, il y a production de puissance motrice... »

« ... On peut poser en thèse générale, écrit-il plus loin, que la puissance motrice est en quantité invariable dans la nature ; qu'elle n'est jamais, à proprement parler, produite ou détruite. A la vérité, elle change de forme, c'est-à-dire qu'elle produit, tantôt un genre de mouvement, tantôt un autre, mais elle n'est jamais anéantie. »

Sous le nom de puissance motrice, Carnot entend évidemment ce que nous désignons aujourd'hui sous le nom d'énergie. Dans ces conditions peut-on exprimer d'une manière plus claire et plus précise le principe de la conservation de l'énergie?

Carnot évalue l'équivalent mécanique de la grande calorie à 370 kilogrammètres, nombre voisin de celui que, dix ans plus tard, devaient trouver Mayer et Joule.

Malheureusement Carnot mourut prématurément et ses résultats restèrent inédits. Sans en avoir connaissance, l'ingénieur français Marc Seguin, se référant à certaines idées émises autrefois par son oncle Montgolfier, affirme nettement, dès 1839, c'est-à-dire quatre ans avant Mayer, l'équivalence entre la chaleur et le travail.

Dans les machines thermiques, la vapeur ne lui paraît qu'un intermédiaire commode permettant de transformer le « calorique » en « force ». Dans l'hypothèse de la conservation du calorique, on devrait pouvoir, au moyen d'une quantité déterminée de calorique, produire une quantité indéfinie de mouvement ce qui, dit-il, est contraire au bon sens et à la saine logique. Il aime mieux supposer « qu'une certaine quantité de calorique disparaît dans l'acte même de la production de la

Digitized by Google

puissance mécanique et réciproquement, et que les deux phénomènes sont liés entre eux par des conditions qui leur assignent des relations invariables ». A l'appui de son hypothèse, il signale qu'un gaz comprimé se refroidit par la détente en même temps qu'il effectue du travail et qu'au contraire, dans la compression d'un gaz, le travail qu'il faut effectuer s'accompagne d'un dégagement de chaleur.

« C'était alors, écrit E. Picard, dans une notice qu'il a consacrée à Marc Seguin, une conjecture hardie et nouvelle de croire que la chaleur cesse d'exister au lieu de la croire indestructible et de la dire latente. Quoique Marc Seguin n'ait pas appuyé de preuves formelles ses merveilleuses divinations, on peut dire que la profondeur de ses conceptions le range parmi les fondateurs de la thermodynamique. »

Dans un mémoire célèbre, publié en 1842, Mayer, par des considérations analogues, conclut à l'équivalence entre la chaleur et le travail. Il établit, en outre, une formule très simple permettant de calculer l'équivalent mécanique de la calorie à partir de données sur les chaleurs spécifiques et les coefficients de dilatation des gaz (1).

La théorie mécanique de la chaleur. — Les idées de Seguin et de Mayer passèrent inaperçues des physiciens de leur temps. On n'en comprit toute l'importance qu'après les travaux théoriques de Clausius et d'Helmholtz et les recherches expérimentales de Joule. Alors s'édifia peu à peu la théorie mécanique de la chaleur qui assimile l'énergie calorifique à l'énergie mécanique et l'attribue au mouvement des molécules.

Dans cette théorie, on suppose que les molécules des corps matériels sont animées de mouvements incessants, dont la vitesse est d'autant plus grande que la température est plus élevée. Dans une masse solide, prise au zéro absolu, les molécules seraient immobiles et en équilibre sous l'influence des forces mutuelles d'attraction, variables avec la distance, qui s'exercent entre elles. Si la masse s'échauffe, les molécules prennent un mouvement vibratoire dont l'amplitude est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

On conçoit qu'un tel mouvement, qui se traduit par une élévation de température, puisse être créé par un frottement. Le mouvement, localisé au début, dans les parties directement soumises au frottement, se communique peu à peu aux parties adjacentes et finit par ébranler toutes les molécules de la masse. Le choc produit un effet analogue.

Si, par un procédé quelconque, nous élevons la température d'un corps, l'énergie cinétique de ses molécules va en augmentant. Quand cette énergie dépasse une valeur déterminée, elle arrive à vaincre les forces de cohésion. Les molécules acquièrent une certaine mobilité et le corps prend l'état liquide. Au voisinage de la surface libre, une molécule peut, par un accroissement suffisant de son énergie cinétique, échapper à l'attraction des autres molécules, exactement comme un projectile lancé vers l'espace avec une vitesse suffisante pourrait échapper à l'attraction terrestre.

C'est là une interprétation simple du phénomène de l'évaporation, la vapeur étant formée par les molécules ainsi libérées. Si le liquide est enfermé dans un récipient clos, les molécules qui s'échappent vont frapper les parois du vase et, après un certain nombre de chocs, retombent dans le liquide. Quand, dans le même temps, le nombre des molécules restituées au liquide est égal au nombre des molécules qui s'en échappent, il y a équilibre entre le liquide et sa vapeur.

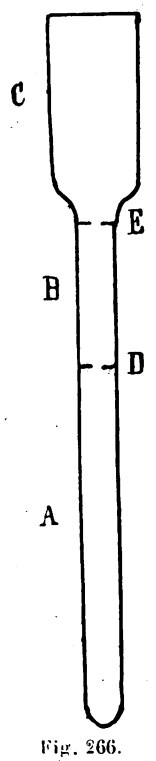


Fig. 266.

Si l'espace vide au-dessus du liquide est assez grand et si la température est suffisamment élevée, tout le liquide se transforme en vapeur. Dans l'état gazeux, les molécules se meuvent avec une grande vitesse, dans tous les sens, en décrivant des trajectoires brisées par le choc des molécules entre elles. Ainsi s'explique simplement la propriété que possèdent les gaz de s'étendre dans tout l'espace qui leur est offert. Il n'est pas nécessaire de supposer, comme on le faisait jadis, que cette expansion est le résultat de forces répulsives entre les molécules.

L'expérience suivante, de Dunoyer, illustre bien la conception cinétique actuelle de l'état gazeux. Un tube de verre cylindrique est divisé en trois compartiments A, B, C (fig. 266) séparés par deux cloisons D et E, perpendiculaires à l'axe du tube, percées chacune en leur centre d'un petit trou circulaire (2 à 3 millimètres de diamètre). On dispose le tube verticalement et on introduit dans le compartiment inférieur une substance peu volatile, comme le sodium, qui soit solide à la température ordinaire. Après avoir fait le vide, on

(1) Cherchant à expliquer pourquoi il faut plus de chaleur pour élever la température d'un gaz d'un degré quand on le chauffe à pression constante que quand on le chauffe à volume constant, Mayer attribua cet écart au travail qu'effectue le gaz contre l'extérieur quand on le chauffe à pression constante.

Digitized by Google

chauffe le sodium à une température suffisante pour le vaporiser. Les molécules de la vapeur se meuvent suivant toutes les directions ; la plupart frappent les parois du compartiment inférieur et y laissent un dépôt. Quelques-unes traversent le premier diaphragme et passent dans le deuxième compartiment où elles ont une trajectoire rectiligne. Un très petit nombre franchissent le deuxième diaphragme et pénètrent dans le compartiment supérieur ; elles ne peuvent pas se choquer puisque leurs trajectoires sont rectilignes et ont même origine. Un dépôt se produit au sommet du tube sur une surface égale à la projection du premier diaphragme à travers le second. Un petit obstacle disposé sur le trajet des molécules empêche un certain nombre d'entre elles d'atteindre la partie supérieure du tube et produit dans le dépôt une lacune rappelant l'ombre portée par un corps.

Ce qui différencie la chaleur des autres formes d'énergie. — M. Daniel Berthelot a mis nettement en évidence par quoi l'énergie calorifique se différencie des autres formes d'énergie.

Une des formes du postulat de Carnot consiste à dire avec Clausius que la chaleur tend toujours à passer d'elle-même des corps chauds sur les corps froids. Cet énoncé, quoique exact, n'est peut-être pas suffisamment explicite et assimile trop complètement la chaleur aux autres formes d'énergie dont nous savons cependant qu'elle est très différente puisqu'elle est une forme d'énergie dégradée.

Pour l'énergie mécanique ou l'énergie électrique, on peut énoncer des propositions analogues. Un corps pesant tend à tomber d'un niveau élevé à un niveau plus bas, l'électricité tend à passer d'un potentiel, ou niveau électrique, élevé vers un potentiel, ou niveau électrique plus bas, tout comme la chaleur tend à se propager des points à température plus élevée aux points à température plus basse. On ne voit pas pourquoi l'énergie électrique et l'énergie mécanique sont des énergies plus nobles que l'énergie calorifique, pouvant se transformer intégralement l'une en l'autre et intégralement en chaleur, tandis que la chaleur est une forme dégradée de l'énergie ne pouvant se transformer intégralement ni en énergie mécanique, ni en énergie électrique.

« Ce qu'il faut ajouter à l'énoncé de Clausius, indique Daniel Berthelot, *c'est que le courant calorifique n'est jamais oscillatoire.* »

Entre les courants thermiques d'une part, les courants hydrauliques ou électriques d'autre part, cette remarque établit une différence bien nette.

Mettons en communication deux réservoirs à des niveaux différents ; il se produit un courant hydraulique qui ne cesse que quand l'égalité des niveaux est établie. Si le tuyau de communication est gros et court, l'équilibre est atteint par une série d'oscillations. De même, si nous mettons en communication, par un fil conducteur, les deux armatures d'un condensateur dont les potentiels, ou niveaux électriques, sont différents, il se produit, dans le fil, un courant électrique qui ne cesse que quand il y a égalité de potentiel entre les armatures. L'équilibre se rétablit par une série d'oscillations électriques dont l'étude a joué un rôle important dans la physique moderne : elles sont l'origine des ondes hertziennes utilisées en télégraphie sans fil.

Si la température était comparable au niveau hydraulique ou au potentiel électrique, il en résulterait que, dans une barre conductrice reliant deux sources à des températures T et t, il pourrait y avoir des oscillations calorifiques, comme il y a des oscillations hydrauliques entre des réservoirs à des niveaux H et h, et des oscillations électriques entre des armatures à des potentiels W et v. Or le problème a été traité par Fourier qui a montré, au contraire, qu'il n'y a pas d'oscillations calorifiques : le rétablissement de l'équilibre est toujours apériodique.

En d'autres termes, le courant calorifique est le type d'un mouvement irréversible dans lequel l'inertie est négligeable vis-à-vis du frottement. C'est cette propriété qui traduit, semble-t-il, la différence essentielle entre l'énergie calorifique et les autres formes d'énergie.

Théorie cinétique des gaz. — 1. On sait encore très peu de chose sur la forme et la structure des molécules ainsi que sur la nature des chocs qui se produisent entre elles. En première approximation, on peut les assimiler à des projectiles sphériques infiniment rigides et élastiques, semblables à des boules de billard. On retrouve ainsi très facilement les propriétés générales de l'état gazeux.

Il faut quelque habitude pour concevoir le mouvement d'un grand nombre de projectiles se déplaçant en tous sens dans un espace à trois dimensions ; aussi nous bornerons-nous à considérer le mouvement dans un espace à deux dimensions. Supposons que le récipient contenant le gaz puisse être assimilé à un grand billard de qualité idéale tel qu'une boule une fois lancée soit renvoyée plusieurs milliers de fois par les bandes avant d'être arrêtée par le frottement. Si nous lançons au hasard sur le billard un très grand nombre de boules, à des vitesses quelconques, leur ensemble donne une assez bonne image de ce qu'est un gaz. Les diverses boules se rencontreront mutuellement et frapperont les bandes, le nombre des chocs dépendant de leur nombre par unité de surface et de leur vitesse moyenne.

***

Digitized by Google

2. En un même instant, les vitesses des diverses boules présentent entre elles de très grands écarts ; certaines peuvent être immobiles alors que d'autres ont un mouvement très rapide. Considérons la valeur moyenne de cette vitesse ; s'il n'y a pas de frottement, elle demeure invariable. Le nombre des boules dont la vitesse présente un certain écart par rapport à la vitesse moyenne est d'autant plus petit que l'écart est plus grand. La loi de répartition des vitesses se traduit graphiquement par une courbe en forme de cloche, analogue à celle qui est représentée sur la figure 267 où on a porté en abscisses les vitesses des boules et en ordonnées les nombres de boules qui possèdent cette vitesse ; on voit que le nombre de boules animées de la vitesse v décroît très vite lorsque la vitesse s'écarte, dans un sens ou dans l'autre, de la vitesse moyenne U_m.

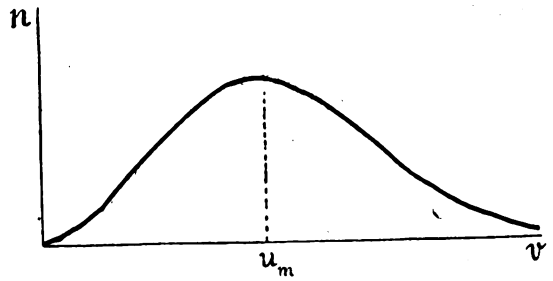


Fig. 267.

3. Si les bandes du billard n'étaient pas fixes, elles seraient repoussées par les chocs continuels des boules. L'action répulsive de ces chocs sur les bandes représente la pression exercée par le gaz sur les parois du récipient. Imaginons une barrière mobile, placée d'abord contre une des bandes et susceptible de se mouvoir parallèlement à celle-ci. Un déplacement de cette barrière en avant est équivalent à une diminution de volume du gaz. Les chocs contre la barrière mobile et les trois autres bandes deviennent évidemment plus fréquents. Nous retrouvons ici l'analogue de l'augmentation de pression que produit sur un gaz une diminution de volume.

4. Supposons le billard partagé par une barrière en deux compartiments égaux contenant l'un des boules rouges, l'autre des boules blanches et supposons que la vitesse moyenne des boules rouges soit supérieure à celle des blanches. Les deux compartiments peuvent être comparés à deux récipients contenant des gaz à des températures différentes, celui dont la température est la plus élevée contenant les molécules de plus grande vitesse moyenne. Enlevons la cloison, les boules blanches envahissent immédiatement l'espace primitivement occupé par les boules rouges et *vice-versa* ; les boules rouges, en mouvement rapide, perdent peu à peu de leur vitesse en frappant les boules blanches dont la vitesse moyenne va, au contraire, en augmentant. Au bout d'un temps suffisant, les boules blanches et les boules rouges seront également distribuées sur toute la surface du billard et leurs vitesses moyennes seront devenues égales. Nous avons là une image de la diffusion réciproque de deux gaz mis en présence et de l'égalisation des températures qu'elle entraîne.

5. En réalité, le mouvement des boules ne fournit qu'une représentation assez grossière du mouvement des molécules. Quelque grande que soit l'élasticité des bandes et des boules, le mouvement des boules ne saurait se prolonger indéfiniment. A la longue, l'énergie de cette agitation se dissipera soit dans le frottement contre l'air, soit dans les vibrations qui prennent naissance par le choc des boules. Comment se fait-il que, dans un gaz, l'énergie de translation des molécules ne disparaisse pas rapidement pour se transformer en énergie vibratoire localisée à l'intérieur des molécules et en énergie rayonnée dans l'éther?

« Les difficultés soulevées par cette question et par d'autres semblables, écrit M. Jeans, ont été depuis plusieurs années la plus sérieuse entrave au progrès de la théorie cinétique. L'attention a été attirée sur ce point par Maxwell mais il fallut attendre la théorie des quanta de Planck et de ses successeurs, dans les premières années de notre siècle, pour obtenir une explication satisfaisante...

« ... En un mot, le fait est qu'il n'y a pas une véritable analogie entre le cas des vibrations internes et le cas du transport d'énergie dans le milieu environnant, car le mouvement des boules de billard est régi par les lois bien connues de Newton, tandis que nous devons considérer les mouvements internes des molécules, ainsi que leurs relations énergétiques avec l'éther comme régis par des lois appartenant à un système tout différent des lois de la dynamique. »

Pourquoi la chaleur est-elle une énergie dégradée? — L'assimilation de la chaleur à un mouvement désordonné des molécules, qui vient de nous fournir l'interprétation d'un certain nombre des propriétés des gaz, permet, en outre, de retrouver l'une des formes du principe de Carnot. Mélangeons deux gaz à des températures différentes ; nous venons de voir que les molécules du plus chaud perdront une partie de leur énergie cinétique tandis que les molécules du plus froid la gagneront. Finalement, l'ensemble atteindra une température uniforme, caractérisée par une valeur moyenne de la vitesse, intermédiaire entre celles des deux gaz mélangés : le gaz le plus chaud aura perdu de la chaleur, le plus froid en aura gagné. On comprend ainsi que

Digitized by Google

la chaleur passe toujours du corps le plus chaud sur le corps le plus froid.

La même théorie fait concevoir pourquoi la chaleur se distingue si nettement, par ses propriétés, des autres formes d'énergie : c'est que le mouvement calorifique des particules mobiles s'effectue dans tous les sens et toutes les directions, suivant les lois du hasard, tandis que les autres formes d'énergie mettent en jeu des mouvements ordonnés. Ainsi, dans un projectile possédant de l'énergie cinétique, toutes les molécules ont la même vitesse. Dans un fil parcouru par un courant électrique, les électrons ont également un mouvement d'ensemble, etc. On conçoit que l'énergie d'un mouvement ordonné puisse tout entière se transformer en énergie de mouvements désordonnés et que l'inverse soit impossible. Il en résulte que la chaleur est une forme d'énergie dégradée par rapport aux autres formes d'énergie.

A. BOUTARIC,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

L'ŒUVRE SCIENTIFIQUE D'ALEXANDRE DE HUMBOLDT (1)

Vouloir donner en quelques pages l'idée d'une œuvre scientifique aussi vaste et aussi variée que celle d'Alexandre de Humboldt, c'est s'exposer au reproche de trop entreprendre. Je ne le comprends bien qu'en me mettant à l'œuvre. J'ai relu, la plume à la main, les grands ouvrages de Humboldt. Je demeure confondu de la finesse de son instinct scientifique, de l'étendue et de la variété de ses connaissances, de son aisance à les mettre en œuvre. Il a joui, de son vivant, à juste titre, d'une gloire immense. Cette gloire n'a pas disparu, mais elle est sujette, comme presque toutes les grandes renommées, à des éclipses fâcheuses et imméritées, ou à des prétéritions plus injurieuses que la médisance. Le lecteur qui me suivra jusqu'au bout comprendra ce que je veux dire. Il comprendra pourquoi j'ai voulu, malgré mon insuffisance, faire mon possible pour restaurer les principaux titres d'un explorateur et d'un savant aussi original qu'universel, chercheur de nombreuses sciences, inférieur dans aucune, supérieur et même créateur dans certaines, et les dominant toutes par la puissance de son esprit de synthèse.

(1) Nous sommes heureux de remercier ici M. E. Meyerson qui a bien voulu mettre à notre disposition les deux portraits de A. de Humboldt qui illustrent cet article.

I. — VIE DE HUMBOLDT.

Quelques notes biographiques sont nécessaires. La vie de Humboldt est inséparable de son œuvre. L'une et l'autre s'identifient presque.

Alexandre de Humboldt, né à Berlin le 14 septembre 1769, étudia de bonne heure la botanique dans le Harz, puis la géologie à l'école des mines de Freiberg; entre temps, il fréquenta une école commerciale à Hambourg; puis, tout en faisant des recherches sur la flore cryptogamique de l'Erzgebirge et en dirigeant les mines de Franconie, il s'intéressa à la physiologie et à la chimie biologique que stimulaient alors les expériences de Galvani. Avant la trentaine, il avait acquis une préparation scientifique d'une variété qui nous étonne, et il avait publié, dans presque toutes les branches étudiées, des travaux originaux.

En 1799, il partit avec le naturaliste français Bonpland pour un grand voyage dans l'Amérique équatoriale. Ce voyage, qui dura cinq ans (1799-1804), est le plus fécond de la carrière de Humboldt et un des plus glorieux qui furent jamais. Muni de nombreux instruments qu'il s'était procurés à Paris, où il était lié avec les plus grands savants du temps, Gay-Lussac, Laplace, Berthollet, Cuvier, Humboldt soumit ou essaya de soumettre à la mesure tous les phénomènes naturels qu'il observa au Venezuela, dans les Andes, aux Antilles et au Mexique. De retour en Europe, il lui fallut près de vingt années pour mettre en ordre et publier le résultat de ses travaux, qui forment un monument sans égal, le *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent*. Le Voyage fut publié en français, et en France. Pendant tout ce temps, Humboldt résida presque continuellement à Paris. Il ne retourna en Allemagne qu'en 1827.

En 1829, à la demande du tzar, Humboldt entreprit, dans l'Asie russe, un nouveau voyage d'exploration qui fut moins long que le premier et moins fécond en résultats. Il ne fut pas stérile pourtant. *Les recherches sur les chaînes de montagnes et la climatologie comparée de l'Asie centrale* parurent à Paris en 1843. Entre temps, Humboldt avait trouvé moyen de mettre au jour les cinq volumes de son *Examen critique de l'histoire de la géographie du nouveau continent et des progrès de l'astronomie nautique aux XIV^e^ et XV^e^ siècles* (Paris, 1836-1839).

Tant de travaux, qui mettaient leur auteur au premier rang des naturalistes, des géographes et des historiens, suffisaient à remplir glorieusement cette grande existence. Pourtant, Humboldt

Digitized by Google

ne jugeait pas sa tâche terminée. Il voulait donner une vue d'ensemble du monde, où seraient exposées à grands traits la géographie physique, la physique du globe et l'astronomie planétaire et sidérale. Sa vie se prolongea assez pour qu'il pût, non seulement exécuter son plan, mais refaire et remanier son œuvre. Le *Cosmos* parut à Berlin de 1845 à 1848, mais Humboldt ne cessa d'y travailler jusqu'à son dernier jour. C'est le seul de ses grands ouvrages qui n'ait pas été écrit originellement en français; toutefois, la traduction française, par Faye, parut du vivant de Humboldt et sous sa surveillance; il écrivit pour elle une introduction particulière.

Le patriarche de la géographie moderne s'éteignit à Berlin le 6 mai 1859, à quatre-vingt-dix ans.

Fig. 268 — Alexandre de Humboldt à 45 ans. (Peint par Stenben en 1814.)

II. — L'Amérique équinoxiale.

Les recherches et les travaux accomplis par Humboldt dans la vigueur de la jeunesse, de l'Orénoque à Quito et au Mexique, demeurent le plus beau fleuron de sa gloire.

Vers 1800, l'Amérique espagnole était, en dehors des côtes, une terre presque inconnue, en particulier sur les pentes de la Cordillère et dans la forêt équatoriale. Il n'y avait même aucune détermination précise de position, sauf l'arc de méridien mesuré au Pérou par La Condamine. Rien sur la géologie, rien sur l'histoire naturelle, rien sur la géographie humaine, et, sur la géographie physique, d'étranges erreurs ou des lacunes immenses. Or, Humboldt et Bonpland voulaient mener une sorte d'enquête universelle, aidée par tous les instruments d'observation que leur donnait la physique expérimentale en pleine croissance.

La grande originalité du voyage de Humboldt consista à faire passer du laboratoire sur le terrain tous les instruments qui pouvaient servir à la mesure des phénomènes naturels. De ces instruments il emporta le plus qu'il put et se servit de tous.

Digitized by Google

Leur liste est très curieuse. Elle comporte : chronomètres, sextants, lunettes, théodolites, quarts de cercle, graphomètres, boussoles d'inclinaison, baromètres, hygromètres, thermomètres, électromètres, cyanomètres, eudiomètres pour la composition chimique de l'air, sondes thermométriques, aréomètres, microscopes ; tout ce que la physique du temps pouvait fournir à l'astronomie, à la géodésie, à la météorologie, à l'océanographie et aux sciences naturelles.

Vouloir se servir de ces instruments en tout temps et en toute occasion, comme le firent Humboldt et Bonpland jusqu'aux hautes zones du Chimborazo, où ils atteignirent 5.909 mètres d'altitude le 23 juin 1802, c'était se donner comme tâche essentielle la réunion d'une multitude d'observations chiffrées.

Ainsi fit Humboldt. Il réunit une énorme quantité d'expressions chiffrées dont la masse ne l'écrasa jamais. Ce grand esprit se meut dans les chiffres avec une aisance parfaite. Aucun ne lui semble fastidieux ou superflu. Aucun ne lui semble trop précis. Car la précision de la mesure, pour lui, c'est l'expression de la vérité. Il n'a pas de repos tant qu'il ne l'a pas atteinte, il voit dans une mesure exacte l'authentique représentation de l'univers ainsi qu'une fraction indispensable de toute synthèse. Nous trouvons même qu'il pousse trop loin son effort dans ce sens. Nous attribuons moins de valeur que lui aux altitudes absolues, surtout quand il s'agit de zones éruptives ou séismiques en cours d'oscillations constantes. Nous sommes devenus sceptiques sur la signification de certaines moyennes, notamment en matière de météorologie.

Fig. 269. — Alexandre de Humboldt à 88 ans. (Photographié d'après nature en 1857)

Il y a dans les tableaux de mesures de Humboldt quelque chose de cette foi candide et enthousiaste où s'épanouissent les sciences d'observation à leur aurore.

Mais ces mesures et ces chiffres, si nombreux

Digitized by Google

qu'ils soient, ne sont pour l'explorateur qu'un moyen. Son but, c'est de comprendre. Comprendre les spectacles de la nature inanimée et de la nature vivante, vus dans leurs ensembles et non pas au microscope, bien que le microscope soit souvent appelé à l'aide. Joindre au spectacle de la nature celui des hommes en groupes et au travail, soumis aux lois naturelles et réagissant sur celles-ci.

A ce stade, Humboldt cesse d'être physicien, botaniste, géologue ou économiste pour devenir simplement géographe dans la plus large acception du terme. Non pas seulement un adepte de cette science *à peine ébauchée*, comme il dit dans son *Introduction*, « que l'on désigne assez vaguement sous le nom de physique du monde, de théorie de la terre, ou de géographie physique ». Il est plus que cela, il fait entrer dans sa synthèse la géographie biologique, surtout celle des plantes, et la géographie humaine. Et l'histoire aussi.

L'histoire aussi. Car il y a dans l'esprit de Humboldt une tournure historique où il revient souvent avec une prédilection singulière. De même qu'il a le don de voir l'Univers dans une observation microscopique et de réunir toutes ses observations microscopiques dans sa vision de l'Univers, il a le don, plus rare encore, de se mouvoir sur le plan du temps avec autant d'aisance que sur le plan de l'espace.

La réunion de ces facultés dans un même esprit est si peu fréquente, que nous sommes habitués à les regarder comme contraires, sinon comme contradictoires. En particulier, nos hommes de science méprisent volontiers le point de vue historique. Humboldt ne le méprisa jamais.

La synthèse des ensembles qu'il a magnifiquement réalisée, dans l'Amérique équinoxiale, est réussie surtout pour la géographie physique, la géographie des plantes et la géographie humaine.

On n'oubliera pas que Humboldt a porté un coup mortel à la vieille théorie des ceintures montagneuses de bassins fluviaux, lorsqu'après avoir suivi en personne la célèbre bifurcation du Cassiquiare, entre l'Orénoque et le Rio Negro, il a montré par des études comparées que cette bifurcation n'était point un exemple isolé sur la carte du globe. Ce que l'on connaît moins, c'est le bon sens de ses observations sur la représentation du relief terrestre. Pour ces contrées éloignées on n'avait alors aucun moyen de faire de la topographie scientifique : la représentation par courbes de niveau n'avait même pas commencé dans les pays civilisés. Il n'y avait que le système de la perspective cavalière et celui des hachures. Le premier était vague, aussi préférait-on le second. Parfois à tort, comme le fait observer Humboldt. « Plus le langage hiéroglyphique de l'ancienne méthode est vague, moins il expose à l'erreur. La méthode des hachures, au contraire, force le dessinateur à dire plus qu'il ne sait ; plus même qu'il n'est possible de savoir sur la constitution d'une vaste étendue de terrain ».

Au point de vue de la géologie, si Humboldt était parti pour l'Amérique avec des idées fausses, sous l'influence de son maître Werner, et s'il ne sut pas les rectifier, il n'y a pas trop lieu de le regretter. Les pays équatoriaux lui montraient rarement la roche en place. Au contraire, l'exubérance magnifique de la nature vivante attirait ses regards. Il fut, tout au long de son voyage, beaucoup plus botaniste que géologue, et comme la botanique de son temps était bien moins encombrée de rêveries que ne l'était la géologie, l'instinct scientifique du voyageur s'exerça toujours avec fruit.

Lorsque Humboldt, dans les steppes des llanos, dans les forêts de l'Orénoque et sur les pentes de la Cordillère des Andes, construit comme science nouvelle la géographie des plantes, c'est-à-dire, selon sa définition, *la science qui considère les végétaux sous les rapports de leurs associations locales dans les différents climats*, il s'avance hardiment sur un terrain jusqu'à lui inexploré, où il découvre les associations végétales et les zones de végétation d'altitude, et où il distingue les espèces *isolées* et les espèces *sociales*, les espèces *cosmopolites* et les espèces *localisées*. Là, il est tout à fait original et créateur. Son dessin des zones de végétation de la Cordillère des Andes lui a permis de mettre en lumière des faits d'un intérêt de premier ordre, comme les degrés de décroissance thermique en altitude, fixés par lui sous l'équateur à un degré centigrade par 196 mètres, la limite des neiges éternelles (4.795 mètres au Chimborazo), et cette vérité qui nous paraît bien simple et qui fit alors l'effet d'une découverte : l'existence des glaciers, qui manquent dans la Cordillère, est indépendante de l'altitude.

Tout en étudiant la nature primitive et puissante de l'Amérique équatoriale, Humboldt ne négligeait pas les sociétés humaines. Il les négligeait d'autant moins qu'il les voyait en général faibles, dispersées, et esclaves du milieu physique non moins que des conditions historiques où elles évoluaient depuis la conquête espagnole. Philologue comme son frère, Guillaume de Humboldt, il étudia les langues des tribus indigènes ; anthropologiste, économiste et même sociologue, comme nous dirions aujourd'hui, il étudia leur structure physique, leurs mœurs, leurs ressources et leurs genres de vie. Dans ces recherches il fit preuve de la même profondeur, de la même étendue d'esprit et de la même probité scientifique que

Digitized by Google

dans ses recherches physiques. Peut-être même fut-il plus hardi dans ses inductions en étudiant les hommes qu'en étudiant les choses, les plantes et les animaux. Ce grand esprit se montre parfois timide en face de la nature : il se laisse trop influencer par l'éloignement de certains de ses contemporains, tels que Cuvier, pour les idées générales. Au contraire, quand il parle des sociétés humaines, tout en se montrant aussi exact et aussi minutieux dans l'observation des faits, il lâche volontiers la bride à sa pensée. Il lui arrive même de prévoir et de pressentir l'avenir, et il le fait souvent avec une merveilleuse justesse de vues. J'en ai donné un exemple vraiment mémorable en citant (*Les Sciences Géographiques*, chapitre VIII) les pages où Humboldt prévoit et définit avec précision le rapide développement des États-Unis et la langueur relative de l'Amérique espagnole, sans se tromper sur les causes et sans en omettre une seule. J'aurais pu donner plusieurs exemples semblables.

Le sens psychologique et historique de Humboldt, qui s'est montré si sûr à propos des sociétés indigènes et de la colonisation de l'Amérique espagnole, se montre encore tout au long de l'admirable *Examen critique de l'histoire de la géographie du nouveau continent*. Cette histoire de la découverte du Nouveau Monde, quoique limitée à Colomb, à Vespucci et à leurs compagnons, eût fait à elle seule la gloire de toute une vie d'érudit. Les découvertes ultérieures, en la rectifiant sur plusieurs points, ne lui ont pas enlevé sa valeur d'ensemble ; bien plus, elles ont parfois apporté aux appréciations de Humboldt des confirmations nouvelles.

III. — L'Asie centrale.

Lorsque Humboldt, à la requête du tsar Nicolas Ier, entreprit avec Ehrenberg un voyage d'exploration dans l'Asie russe, de Tobolsk à l'Altaï et à la Caspienne, il avait soixante ans. Ce n'est plus l'âge des vastes investigations dans l'inconnu des choses nouvelles, c'est plutôt celui de la systématisation des faits acquis. Le sens de l'observation est moins aiguisé et moins souple, l'adaptation aux diverses conditions de vie est moins facile. De plus, le temps était très mesuré au voyageur : il ne passa que six mois en Asie, il avait passé cinq ans dans les pays entre le Mexique et le cours de l'Orénoque. Il n'est pas étonnant que le voyage de 1829 n'ait pas donné autant de fruits que celui de 1799 à 1804.

Tout en ne négligeant pas les anciens monuments littéraires de l'Asie centrale et en signalant, notamment, l'intérêt des documents chinois, Humboldt fit surtout des observations magnétiques, climatologiques et géologiques. Sous le nom de géologie, il rassemble toutes les études portant sur le relief terrestre.

Partout où il observa lui-même, il observa très bien, bien qu'il ait exagéré l'activité éruptive du Tian Chan. Mais là où il n'observait pas, il se laissa souvent abuser par l'esprit systématique de la géologie de son temps. Il ne sut pas rester suffisamment Alexandre de Humboldt ; il donna, d'une manière trop complaisante, la réplique à Léopold de Buch et à Élie de Beaumont ; il chercha trop volontiers les orientations de montagnes dans des spéculations géométriques, au lieu de les chercher dans les faits. Il avait besoin d'une chaîne d'orientation méridienne à l'est du Pamir, là où tous les faisceaux de plis sont orientés d'ouest en est ; il la supposa ; c'est par sa faute que la cartographie de l'Asie centrale contint longtemps une certaine chaîne des *monts Bolor* tout à fait inexistante.

Il alla plus loin encore, lorsque les *inductions* d'Élie de Beaumont, *remplies de sagacité*, à son dire, lui firent prendre la légère concavité de la Caspienne et du lac d'Aral pour un *pays-cratère*, un de ces fameux cratères de soulèvement que Humboldt ne craint pas de comparer aux cirques de la partie visible de la Lune. S'il y a une comparaison injustifiée, c'est bien celle-là. Il faut croire tout de même qu'elle est séduisante, puisque nous l'avons vue reparaître sous une autre forme, il y a peu de temps, dans un livre du reste estimable (*Le relief de la terre*, par Paul Soulier).

Humboldt fut mieux inspiré, lorsqu'en l'absence de mesures positives, il rapprocha simplement des observations concordantes pour montrer que l'intérieur de l'Asie n'était pas la boursouflure terrestre uniformément élevée que l'on supposait de son temps, mais un ensemble de faisceaux montagneux et de plateaux avec des dépressions profondes. Il devina ainsi la basse altitude du pays de Tourfan. « Les indications de climat et de culture, dit-il, prouvent sans doute qu'à Tourfan, les orangers et les célèbres vignobles de Hansi, les champs de coton jaune entourés d'une haie de grenadiers près d'Aksou ne se trouvent pas situés sur un plateau bien élevé. Elles confirment ce que j'ai exposé ailleurs sur le peu de hauteur du sol dans de vastes parties de l'Asie centrale. A cet éloignement des côtes, à cette longitude si orientale et si redoutée par le froid hivernal, un plateau qui atteindrait seulement les hauteurs de Madrid ou de Munich pourrait offrir des étés très chauds, mais non des hivers d'un climat peu rigoureux. »

Nous savons aujourd'hui que la dépression de Tourfan descend au-dessous du niveau de la mer.

Digitized by Google

Les progrès de l'assèchement en Asie centrale, l'isolement progressif des lacs, la transformation des lacs en étangs et des étangs en efflorescences salines attirèrent vivement l'attention de Humboldt, auquel l'orientaliste Klaproth écrivit en 1832 pour lui signaler les changements de niveau probables et même certains dans la région de la mer Caspienne et du lac d'Aral. Humboldt exprima le vœu que des points de repère placés avec discernement pussent nous donner dans l'avenir quelque lumière sur la marche de ces phénomènes, comme Hjarne et Celsius l'avaient fait sur les bords du golfe de Bothnie. Mais, s'il avait tendance à croire à des oscillations d'assèchement et d'humidité en fonction de variations climatiques aux causes ignorées, il avait un instinct scientifique trop sûr pour placer ces événements dans le cadre historique : « Les phases des grands systèmes hydrauliques, dit-il, semblent appartenir presque toutes à des temps auxquels les traditions certaines de l'histoire ne remontent pas ».

IV. — L'Océan et l'atmosphère.

Alexandre de Humboldt avait un sens trop vif de la coordination des phénomènes pour omettre d'étudier, en même temps que ceux de la surface solide et du monde organique, ceux de l'atmosphère et de l'Océan qui, à tant de points de vue, conditionnent les autres. Les observations instrumentales et les mesures qu'il pratiquait avec tant de prédilection se trouvaient tout à fait à leur place dans l'étude de l'air et des eaux : il pouvait les multiplier à sa guise, même avec les instruments qui existaient de son temps ; il n'y manqua pas. Il sut aussi tirer parti de ces observations, les grouper et les reporter en courbes et en diagrammes, au moins pour l'atmosphère, de manière à démêler leur signification. Il est un des créateurs de la météorologie et de la climatologie. Envers lui la dette de l'océanographie est moindre : l'étude de l'Océan balbutiait à peine ; Humboldt ne l'eût fait sortir de l'enfance qu'à condition d'en faire l'objet principal de ses études, et il n'y songea pas. Cependant, là aussi il a marqué sa trace.

C'est surtout dans ses voyages sur mer vers l'Amérique espagnole et d'une colonie à l'autre, notamment de la Nouvelle Grenade au Mexique et du Venezuela à Cuba, que Humboldt étudia la température de l'air et des eaux de surface, la direction des vents, la tension électrique et la composition chimique de l'air, la salure des eaux marines et les courants de surface. Pour l'atmosphère il relia ses observations à celles qu'il fit à terre dans la zone équatoriale, et plus tard il chercha des déterminations du même ordre au cœur du continent asiatique. Il a rendu un grand service à la météorologie en traçant, partout où il le put, les lignes isothermes qu'il imagina le premier, et non seulement les lignes de moyennes annuelles, mais les isothermes d'été et celles d'hiver. Il démêla très nettement l'influence des courants atmosphériques généraux sur les climats, notamment l'influence des alizés et celle des vents d'ouest variables dans les zones tempérées ; mais il ne sut pas rattacher les directions des vents aux inégalités de pression, il n'y voyait que des effets directs des inégalités de température. D'autre part, là aussi il se montre parfois trop timide en établissant les échelles de valeur des phénomènes ; il paraît craindre de se montrer trop novateur en énonçant des notions nouvelles. Ainsi, il est bien singulier qu'un savant si minutieusement informé, qui a résidé plusieurs années entre les tropiques, se soit obstiné à réunir la zone équatoriale et la zone tropicale sous le même nom de zone torride. Il pressent bien pourtant qu'il y a une profonde différence entre les pays proprement équatoriaux et ceux qui approchent des tropiques. L'admirable *Tableau physique des régions équatoriales* fixe le 10e degré de latitude nord et sud pour la démarcation des pays de l'équateur. Mais Humboldt ne persiste pas dans ce point de vue si vrai, il recommence ensuite à confondre les deux zones. « Quel contraste, dit-il, entre *deux parties d'une même zone*, entre le ciel de Cumana, où l'air est constamment pur comme en Perse et en Arabie, et le ciel du Rio Negro voilé comme celui des îles Féroé, sans soleil, sans lune et sans étoiles ! » On ne peut voir là qu'une certaine crainte de trop numéroter, de trop classer, et de séparer ce qui, dans la nature, est joint indissolublement. Dans ce cas, la tournure d'esprit synthétique de Humboldt lui a fait tort. A d'autres moments il a été mieux inspiré et moins timide.

Pour l'Océan, la grande découverte de Humboldt est celle du courant d'eaux froides qui porte son nom, sur les côtes du Pérou et de l'Équateur, et qu'il reconnut le premier en allant au Mexique, à la fin de 1802. Mais ses observations furent aussi très fructueuses pour la température des eaux de surface entre les deux tropiques et pour l'état hygrométrique de l'air en contact avec les eaux. Il constata, à son grand étonnement, un des faits les mieux reconnus de la physique du globe, à savoir que l'air en contact avec les eaux marines est presque toujours très au-dessous du point de saturation hygrométrique. Il discerna le rôle de l'Océan comme réservoir et régulateur thermique dans les latitudes intertropicales. Mais il se trompa assez gravement sur la valeur et la puissance des courants marins de surface ; il se trompa aussi

Digitized by Google

sur la route de ceux qu'il n'avait pas directement observés. Il crut que les courants étaient capables d'une action directe de sculpture et de destruction sur les côtes, au point d'imaginer que c'étaient eux qui avaient ouvert des brèches dans la chaîne insulaire des Petites Antilles et entre cette chaîne et l'Orénoque. Il crut aussi que le courant dit du Gulf-Stream faisait réellement le tour du Golfe du Mexique. Il est d'autant plus singulier de le voir exagérer à ce point l'action et la valeur des courants de surface, que Humboldt était trop bon observateur pour ne pas voir ce que sont réellement ces courants : des directions générales avec de nombreuses variantes et des exceptions multiples ; rien qui ressemble aux fleuves, encore que les fleuves eux-mêmes n'aient point une direction et une vitesse uniformes. Après cent ans de recherches nouvelles, on souscrirait encore sans hésiter à quelques-unes des remarques de Humboldt. « En réfléchissant sur les causes des courants, dit-il, on reconnaît qu'elles sont beaucoup plus compliquées qu'on ne le croit généralement... Il est très commun de voir une masse d'eaux immobiles traversées par des filets d'eau qui courent dans différentes directions. »

V. Le Cosmos.

La grande synthèse, — synthèse des synthèses de l'univers matériel, — qui fut l'œuvre de la vieillesse de Humboldt et à laquelle il travailla jusqu'à son dernier jour, porte le titre de *Cosmos, essai de description physique du monde*. Humboldt explique encore mieux son objet en disant, dans son introduction, que son livre devrait s'appeler *Cosmographie*, divisé en *Uranographie* ou description du ciel, et *Géographie* ou science de la terre. C'est alors seulement que Humboldt donne une acception très large à la géographie physique « partie terrestre de la physique du monde ». Mais Humboldt ne se contente pas d'une description objective : il étudie le reflet du monde extérieur dans l'imagination de l'homme, et par conséquent son expression dans la littérature et dans les arts ; il étudie aussi ce qu'il appelle le développement progressif de l'idée de l'univers, c'est-à-dire l'élargissement graduel du monde extérieur connu par l'homme, tant sur la terre que dans les cieux, depuis l'aurore intellectuelle de la Grèce.

Ce livre extraordinaire fait encore aujourd'hui une impression profonde, bien qu'il soit en grande partie caduc, surtout en ce qui concerne l'astronomie dont l'analyse spectrale a transformé toutes les données physiques. On ne peut demeurer indifférent à l'effort d'un puissant esprit, grand assembleur et coordinateur de faits, et d'une vigueur inentamée jusqu'au dernier jour, pour donner à ses lecteurs ce qu'il appelait lui-même « la connaissance de la connexité des forces de la nature et le sentiment intime de leur dépendance mutuelle ». Une pareille synthèse, appuyée sur l'observation et sur l'étude directe des choses, était bien opportune au temps de l'apparition du *Cosmos*. Car ce temps suivait immédiatement celui où les philosophes allemands de la nature, tels que Schelling, avaient rêvé une sorte de construction rationnelle de l'univers, fondée sur la déduction et non sur les faits. Humboldt, disciple de Kant et très au courant de la philosophie de son temps, le grand Humboldt qui se montre d'ordinaire si modéré et si modeste dans ses jugements, indique avec une énergie singulière qu'en publiant le *Cosmos*, il a prétendu en finir avec « les courtes saturnales d'une science purement idéale de la nature ». En fait, la *Naturphilosophie*, déjà fort malade, reçut le coup de mort à l'apparition du *Cosmos*. Il n'en fut plus question.

Aujourd'hui, nous ouvrons le *Cosmos* avec un sentiment d'admiration non diminué, mais aussi avec un peu de la piété et du respect dus aux tombeaux. Le *Cosmos*, c'est quelque chose comme le Parthénon et le Colisée, un monument d'une incomparable grandeur et d'une éternelle beauté, avec de larges pans de mur détruits, des colonnes gisant à terre, des blocs épars enfouis dans l'herbe. Jamais ne s'effacera la trace lumineuse du grand esprit qui le construisit, mais il ne disposait que des matériaux de son temps, dont beaucoup n'ont pas résisté à l'épreuve d'un demi-siècle. Il le pressentait, non sans amertume. Il eût dit volontiers, comme un peu après lui Renan, qu'il y aurait avantage à passer sur cette planète le plus tard possible.

Je rapproche volontiers le *Cosmos* de l'*Exposition du système du monde*, de Laplace. L'astronomie de position de Laplace est à peu près celle de Humboldt. La physique de Laplace, qui écrivait quarante ans auparavant, est naturellement inférieure à celle de Humboldt. Le clair génie du Français s'impose des limites dans l'exposition et ramène tout à l'unité : l'*Exposition du système du monde*, c'est la théorie et l'application de la gravitation universelle. Le profond génie synthétique de l'Allemand entrevoit l'infinie complexité des choses et ne cherche pas à la réduire quand il le croit impossible. Mais le monument de Laplace, en somme, est intact, tandis que celui d'Alexandre de Humboldt est démantelé. Il faut pourtant savoir se plaire aux deux, car rien ne remplace encore les vues d'ensemble des plus vigoureux génies qui aient paru depuis Aristote.

VI. Alexandre de Humboldt et la France.

Si Alexandre de Humboldt est Allemand par sa naissance et par sa formation première, la France

Digitized by Google

peut aussi le revendiquer comme sien. Nul homme n'a subi aussi complètement l'influence de notre prestige intellectuel et de notre langue alors prépondérante dans le monde. Il est, par bien des côtés, un fils de notre XVIII^e siècle. Il a été l'ami, le disciple, le maître ou le compagnon de labeur de tous ceux qui ont compté dans la science française depuis Laplace jusqu'à Faye. Tous ses grands ouvrages furent écrits par lui et publiés d'abord en français, à l'exception du *Cosmos*, et le *Cosmos* lui-même, d'abord écrit en allemand, fut tout de suite traduit sous la direction de Humboldt, qui rédigea une introduction nouvelle pour les lecteurs français. Il était un fils adoptif de la ville de Paris, où il résida plus de vingt années et où il revint toujours avec prédilection, même dans un âge avancé. Il fut l'un des fondateurs de notre Société de Géographie. Il était, dès 1810, à l'âge de quarante ans, associé étranger de l'Académie des Sciences. Au cours de sa vieillesse, à Berlin, un de ses plus grands plaisirs était de parler français avec ses visiteurs.

Cette prédilection pour la France alla jusqu'à un héroïsme vraiment touchant. Humboldt ne vivait pas dans les nuages, il avait un cœur de patriote. Il lui fut naturellement pénible de voir l'Allemagne abattue aux pieds de Napoléon. Dans ses préfaces de cette époque on discerne de temps à autre comme une plainte discrète et étouffée. Mais pas une seule fois sa tristesse ne s'exprima sous la forme de reproches ou d'injures contre la France et contre les Français. Jamais il ne cessa de se regarder comme un fils de notre esprit, s'il ne l'était pas de notre sol. Ses sentiments d'amitié pour la France persistèrent.

Aussi sa perte fut ressentie en France aussi vivement qu'en Allemagne : ce n'était que justice. Cinq ans après sa mort, on donnait l'illustre nom de Humboldt à une rue de Paris. Il est impossible de comprendre pourquoi ce nom vient de disparaître ; nous devons tous souhaiter qu'il soit bientôt rétabli à l'endroit qu'il n'eût jamais dû quitter.

Camille VALLAUX.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le mois mathématique à l'Académie des Sciences (juin 1926). — *Théorie des ensembles.* Après avoir défini la notion générale d'*espace* (à l'aide de sous-ensembles *fermés*) et la notion d'ensembles *bicompacts* (ils possèdent un théorème de Borel-Lebesgue), M. *A. Tychonoff* montre comment on peut construire des types d'espaces bicompacts et normaux R_m, dont la base a la puissance $\leqslant m$ (m, nombre cardinal quelconque) [Un ensemble *normal* est défini par une condition relative à la notion de voisinage ; la *base* est un système d'ensembles dont la réunion sert à engendrer R_m].

Théorie des fonctions. I. M^lle N. *Bary* et M. *Menchoff* étudient les fonctions absolument continues de fonctions absolument continues ; elles peuvent se mettre sous la forme de Lebesgue-Stieltjes $\int_a^x f[\varphi(x)]\,d\varphi$, et inversement. Elles forment une classe beaucoup plus vaste que celle des fonctions absolument continues ; mais une nouvelle itération n'enrichirait pas la classe en question.

2. M. *Renato Cacciopoli* donne une démonstration très simple de l'existence des fonctionnelles linéaires dans tout le champ des fonctions de Baire ; elle montre que toute fonctionnelle linéaire, définie pour les fonctions continues s'étend au champ de toutes les fonctions représentables analytiquement. On en déduit une définition constructive de l'intégrale généralisée de Stieltjes, et en particulier de l'intégrale de Lebesgue (si la fonctionnelle envisagée est l'intégrale de Riemann).

3 M. *N. Lusin* reprend un procédé arithmétique par lequel M. Baire avait défini une fonction de classe 3, et, le modifiant, il en déduit *un exemple de fonction échappant à la classification de M. Baire.*

4. A deux séries trigonométriques conjuguées.

$$s = \sum_1^\infty (a_n \cos n\theta + b_n \sin n\theta),\quad \overset{*}{s} = \sum_1^\infty (a_n \sin n\theta - b_n \cos n\theta)$$

M. *G. Alexitch* associe celles qu'on en déduit à l'aide de la multiplication de a_n et b_n par ρ^n ; soient $P(\rho,\theta)$ et $\overset{*}{P}(\rho,\theta)$ ces dernières séries. Pour que s et $\overset{*}{s}$ soient deux séries de Fourier, il faut et il suffit que

$$\int_0^{2\pi} |P(\rho,\theta)|\,d\theta \quad \text{et} \quad \int_0^{2\pi} |\overset{*}{P}(\rho,\theta)|\,d\theta$$

aient pour $\rho < 1$ une borne supérieure indépendante de ρ. L'auteur donne une application de ce théorème aux fonctions holomorphes à l'intérieur d'un cercle de centre 0, de rayon 1.

Analyse. — 1. Poursuivant ses récentes recherches, M. *Michel Petrovitch* définit à l'aide d'intégrales doubles portant sur une fonction périodique en x et en y, et sur la transcendante

$$\sum_2^\infty \frac{\cos nz}{n^p}$$

une suite de coefficients tayloriens à l'aide desquels on construit une fonction méromorphe dont le produit par $\sin \pi z$ est une fonction entière de genre un, s'annulant seulement lorsque z est un nombre premier.

2. Etendant à l'analyse les procédés du calcul vectoriel, M. *A. Véronnet* étudie à ce point de vue le gradient, la divergence et le curl.

3. M. *Noaillon* démontre ce double théorème : Si $f(z)$ est sommable sur le cercle C, la fonction F (Z) déduite de $f(z)$ par la formule de Poisson tend en moyenne (d'ordre un)

Digitized by Google

vers $f(z)$; c'est la seule fonction harmonique, continue dans C, qui possède cette propriété.

4. M. *Gaston Julia* signale des travaux de M. D. Jackson et de M. G. Polya qui se rapportent à un théorème qu'il avait énoncé récemment, relativement aux polynomes de Tchebichef.

5 et 10. M. *E. Lainé* reprend l'équation

$$(E_1) \qquad s = p\left(\frac{\sqrt{q}+q}{z-y} + \frac{z-x}{q}\right)$$

et montre qu'elle admet un invariant du 3e ordre pour le système Y de caractéristiques ; (E_1) est donc de 1re classe, ce qui lui paraît modifier les conditions de *M. R. Gosse*. Mais ce dernier montre que (E_1) rentre dans une catégorie particulière d'équations $s = p\varphi(x, y, r, q)$ qui se ramènent à des équations différentielles. De toutes façons, les propriétés remarquables de (E_1) lui méritent une place à part parmi les équations de 1re classe.

6. Poursuivant ses recherches sur les équations de Maurer, M. *A. Buhl* montre que la méthode de Schur qui les intègre par la série de Taylor peut être généralisée : à cette série on peut substituer des séries de fonctions homogènes. L'Auteur applique ce résultat aux équations du trièdre mobile.

7. Reprenant une méthode qu'il avait signalée autrefois, M. *Armand Cahen* étudie les équations du 1er ordre linéaires en x et en y ; et il montre comment on peut distinguer les intégrales linéaires ordinaires des intégrales singulières de l'équation.

8. Un procédé dont il s'est déjà servi pour les équations $\frac{r}{s} = \Phi\left(\frac{s}{t}\right)$ permet à M. *Jules Drach* de déterminer tous les cas d'intégration explicite des équations $r + f(s, t) = 0$. La construction de ces équations peut être ramenée à l'intégration d'équations de Moutard-Goursat : le théorème de M. Goursat permet alors de déterminer toutes les équations du type précité qui sont intégrables par la méthode de Darboux.

9. Soit une fonction $f(z) = \sum_0^\infty a_n z^n$, holomorphe pour $z = 0$, à laquelle on peut associer une fonction entière $g(z)$ de genre 0, d'ordre 1 et telle que $g(n) = a_n$; M. *Silvio Minetti* montre que si les modules de ses zéros vérifient une certaine inégalité, le point $z = 1$ sera certainement une singularité de $f(z)$.

Géométrie infinitésimale. — 1. M. *E. Goursat* envisage la surface E définie vectoriellement par

$$mM = \lambda \frac{\partial m}{\partial u} + \mu \frac{\partial m}{\partial v}$$

(où m décrit une surface S) ; si l'on substitue à λ et μ un autre couple λ_1, μ_1, on obtient une autre surface Σ_1. G. Darboux avait signalé un cas où Σ et Σ'' se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits. L'auteur en indique un autre où m, M et M_1, sont en ligne droite.

2. Revenant sur les surfaces de Voss-Guichard, M. *Bertrand Gambier* montre que si X et Y sont les arcs des géodésiques v et u constantes, la construction de la surface exige l'intégration d'une équation qui se rencontre dans la théorie des surfaces à courbure totale constante. Dans le cas où X et Y sont fonctions de $u+v$, il suffit d'intégrer une équation différentielle pour obtenir les surfaces hélicoïdales ou révolutives ; dans un cas cette équation s'écrit $\omega'' = e^x \sin\omega \cos\omega$.

Elasticité. Les formules données par M. *L. Lecornu* pour la meule tournante sont d'autant plus exactes que l'épaisseur relative de la meule est plus petite ; mais ce n'est pas une raison pour passer de la meule infiniment mince à l'arbre cylindrique (par empilement de meules infiniment minces). L'auteur signale encore à ce propos des résultats de M. Platrier.

Hydrodynamique. — M. *André Charrueau* étudie les propriétés géométriques des surfaces d'équilibre relatif de masses fluides de révolution, non pesantes, à tension superficielle et en rotation uniforme autour de leur axe. Ces propriétés se rapportent aux formules d'Euler, de Clairaut et d'Ossian-Bonnet de la théorie des surfaces.

Calcul des probabilités. — Soient $x_1, \ldots, x_n$, n variables indépendantes dont chacune obéit à une loi de probabilité $f_i(x)$, et soit $F_n(X_n)$ la probabilité de X_n ; M. *Neymann* montre que dans certains cas les $f_i(x)$ peuvent être infinies pour $x = 0$ sans que $F_n(X_n)$ cesse de converger (pour $n = \infty$) vers la loi de Gauss.

René GARNIER.

Géodésie

Détermination mondiale des longitudes. — La Commission internationale des Longitudes, présidée par le Général Ferrié, organise, pour l'automne prochain, la plus grande entreprise de déterminations de longitudes qui ait encore été réalisée.

Il s'agit de déterminer les longitudes d'un réseau mondial de stations réparties tout autour du globe, les opérations étant conduites de telle manière que les fermetures des polygones formés par les stations puissent permettre de juger de la précision obtenue. Si la précision était suffisante, il serait possible, en recommençant ultérieurement l'opération, de juger de la fixité des continents les uns par rapport aux autres. L'étude de la variation des longitudes s'ajouterait à celle de la variation des latitudes pour déceler les déformations du globe.

Le projet initial de cette opération grandiose a été étudié par le Bureau des Longitudes qui l'a proposé à l'Union Astronomique Internationale. C'est à la ténacité et à l'esprit d'organisation du Général Ferrié que l'on doit d'avoir réussi à coordonner les actions de toutes les nations engagées dans l'entreprise. Les mesures de l'automne prochain ne sont d'ailleurs données que comme préliminaires ; les questions soulevées par une opération d'une si grande envergure sont multiples et délitates, et malgré les études préparatoires, faites en particulier dans les Observatoires français, il paraît prudent de compter que le plan définitif ne pourra être arrêté qu'après la discussion d'une première série de mesures exécutées dans des conditions se rapprochant autant que possible des conditions finales.

On se propose dans cette opération préliminaire de constituer un polygone fondamental autour de la Terre avec le minimum de sommet, nécessaire pour avoir par l'erreur de fermeture une vérification de la précision. Ce polygone comprendra l'Observatoire de Paris, point de départ des longitudes françaises et siège du Bureau International de l'heure, et trois stations fondamentales, qui, pour des raisons de technique astronomique, sont placées sensiblement sur le même parallèle : Alger, Shangaï, et San Diego (Californie). Pour obtenir les différences de longitudes avec les deux stations voisines, chaque station fera deux séries de déterminations d'heures et de comparaisons radiotélégraphiques complètement indépendantes ; la première avant minuit servira à se rattacher à la station de l'Est, la deuxième après minuit, servira à se rattacher à la station de l'Ouest. Dans chaque Observatoire les déterminations d'heure se feront d'une part avec une lunette méridienne à micromètre impersonnel et d'autre part avec un astrolabe à prisme.

Les signaux nécessaires pour la comparaison des pendules seront émis sur ondes courtes et sur ondes longues

Digitized by Google

par les stations suivantes : Annapolis (17.145 m.), Bellevue-Washington (71 m.), Honolulu (11.490 m. et ondes courtes), Saïgon (17.500 m. et 25 m.), Bordeaux 18.900 m.), Issy-les-Moulineaux (32 m.), Tour Eiffel (signaux normaux du B. I. H.)

Les opérations commenceront le 1er octobre, et dureront vraisemblablement jusqu'à la fin de novembre.

Cette série d'observations considérée comme préliminaire, mais qui pourrait donner des résultats définitifs si la précision était suffisante, est une entreprise plus particulièrement française. Dans les trois stations fondamentales, et à Paris naturellement, les observations seront faites par des équipes d'astronomes ou de géodésiens français, la collaboration américaine intervenant pour la station de San Diego. Pour que le succès des opérations soit assuré, il aurait été bon qu'au moins un observateur pour la lunette méridienne et un observateur pour l'astrolabe soient envoyés dans chaque station : un aide commun n'aurait pas été de trop. Mais le change exerce une telle tyrannie qu'il est à craindre que ce personnel ne doive être bien réduit; souhaitons que ce ne soit pas au détriment du succès final.

Malgré le caractère préliminaire de cette entreprise, on jugera de son importance mondiale par le nombre des nations qui se proposent de se relier au polygone fondamental. A la fin de mai 28 nations avaient commencé leurs préparatifs : l'Australie, la Belgique, le Brésil, le Canada, le Cap, Ceylan, la Chine, le Danemark, l'Égypte, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grande-Bretagne, la Grèce, les Indes Britanniques, les Indes Néerlandaises, l'Italie et sa colonie de l'Érythrée, le Japon, l'Ile Maurice, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle Zélande, le Portugal, la Serbie, le Siam, la Suède, la Suisse, la Tchéco-Slovaquie. Nos colonies de l'Indo-Chine et de l'Afrique Occidentale, ainsi que le Maroc et la Syrie participeront aussi à cette œuvre. On voit, par cette énumération, combien l'initiative prise par le Bureau des Longitudes a été féconde et combien a été heureuse l'action personnelle du Général Ferrié.

J. B.

Chimie physique

Table internationale des isotopes. — La Commission internationale des éléments chimiques, présidée par M. Georges Urbain (Paris), et dont sont membres MM. F.-W. Aston (Cambridge, Angleterre), Gregory P. Baxter (Cambridge, États-Unis); Bohuslav Brauner (Prague); A. Debierne (Paris); A. Leduc (Paris); T.-W. Richards (Cambridge, États-Unis) et Frederick Soddy (Oxford), vient de publier, dans son troisième rapport, la table internationale des isotopes pour 1926, tenant compte des derniers travaux sur la question.

Dans la première colonne, les éléments sont classés suivant leur numéro atomique, c'est-à-dire suivant leur rang dans la classification périodique. Les numéros atomiques occupent eux-mêmes la deuxième colonne.

La troisième colonne comporte les poids atomiques correspondants (valeurs internationales pour 1925), et la quatrième, le nombre des isotopes de chaque élément.

On trouvera, dans la cinquième colonne, les nombres qu'on désignait jusqu'ici comme les masses respectives des constituants isotopiques. La Commission propose pour eux la nouvelle dénomination de numéros nucléaires, afin de marquer que, d'un point de vue théorique, il s'agit du nombre total de protons (noyaux H), contenus dans le noyau de l'atome. Ce nombre est extrêmement voisin de celui qui représente la masse atomique dans le système o = 16. Les numéros nucléaires sont inscrits, par ordre d'importance, d'après l'intensité des raies spectrales. Les valeurs entre parenthèses ne sont que provisoires.

Table des Isotopes.

Élément	Numéro atomique	Poids atomique	Nombre d'isotopes	Numéro nucléaire
H	1	1,008	1	1
He	2	4,00	1	4
Li	3	6 940	2	7 ; 6
Be-Gl	4	9,02	1	9
B	5	10,82	2	11 ; 10
C	6	12,000	1	12
N	7	14,008	1	14
O	8	16,000	1	16
F	9	19,00	1	19
Ne	10	20,2	2	20 ; 22
Na	11	22,997	1	23
Mg	12	24,32	3	24 ; 25 ; 26
Al	13	26,97	1	27
Si	14	28,06	3	28 ; 29 ; 30
P	15	31,027	1	31
S	16	32,064	1	32
Cl	17	35,457	2	35 ; 37
A	18	39,91	2	40 : 36
K	19	39,096	2	39 ; 41
Ca	20	40,07	2	40 ; 44
Sc	21	45.10	1	45
Ti	22	48,1	1	48
V	23	50,96	1	51
Cr	24	52,01	1	52
Mn	25	54,93	1	55
Fe	26	55,84	2	56 ; 54
Co	27	58,94	1	59
Ni	28	58 69	2	58 ; 60
Cu	29	63,57	2	63 ; 65
Zn	30	65,38	4	64 ; 66 ; 68 ; 70
Ga	31	69,72	2	69 ; 71
Ge	32	72,60	3	74 ; 72 ; 70
As	33	74,96	1	75
Se	34	79,2	6	80; 78; 76 ; 82 ; 77 ; 74
Br	35	79,916	2	79 ; 81
Kr	36	82,9	6	84 ; 86 ; 82 ; 83 ; 80 ; 78
Rb	37	85,44	2	85 ; 87
Sr	38	87,63	2	88 ; 86
Y	39	88,9	1	89
Zr	40	91	3 (4)	99 ; 94 ; 92 ; (96)
Ag	47	107,80	2	107 ; 109
Cd	48	112,41	6	114 ; 112 ; 110 ; 113 ; 111 ; 116
In	49	114,8	1	115
Sn	50	118,70	7 (8)	120 ; 118 ; 116 ; 124 ; 119 ; 117 ; 122 ; (121)
Sb	51	121,77	2	121 ; 123
Te	52	127,5	3	128 ; 130 ; 126
I	53	126,932	1	127
Xe	54	130,2	7 (9)	129 ; 132 ; 131 ; 134 ; 136 ; 128 ; 130 ; (126) ; (124)
Cs	55	132,81	1	133
Ba	56	137,37	1 (2)	138 ; (136)
La	57	138,90	1	139
Ce	58	140,25	2	140 ; 142
Pr	59	140,92	1	141
Nd	60	144,27	3 (4)	142 ; 144 ; 146 ; (145)
Hg	80	200,6	6	202 ; 200 ; 199 ; 198 ; 201 ; 204
Bi	83	209,00	1	209

La table internationale fournit encore des indications bibliographiques que nous n'avons pas reproduites ici.

S. Veil.

Digitized by Google

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Céramique

Accélération de la cuisson des briques. — La Coral Ridge Clay Products C° a installé dans son usine un ventilateur transportable Robinson, relié par des tubes métalliques au canal de cuisson du four pour en aspirer les gaz. (*Rev. des Mat. de Constr. et de Trav. pub.*) Ce ventilateur, appelé accélérateur de four, employé pendant toute la période de cuisson, qui va de l'allumage à 1.200° C., permet de diminuer de 2 jours la durée de la cuisson, d'où une grosse économie de combustible et une plus grande uniformité de la température.

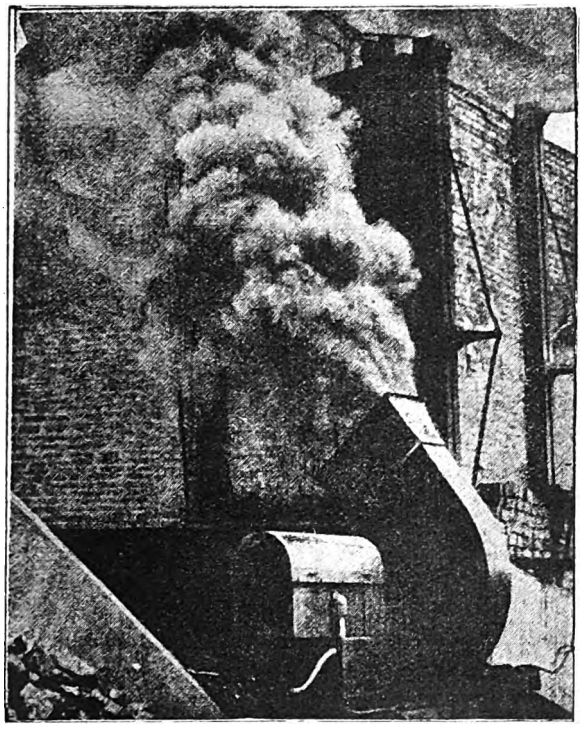


Fig. 270. — Accélérateur de cuisson.

Pendant le refroidissement, un semblable exhausteur, placé dans la porte, accélère cette période de non-production et le défournement peut se faire beaucoup plus tôt qu'en temps normal. L'exhausteur est avancé au fur et à mesure du refroidissement dans le four : le temps gagné ainsi varie de 24 à 36 heures.

Le séchage dans cette usine, est fait à l'air chaud qui est aspiré à travers un séchoir à 12 voies, chacune avec 17 wagonnets. On utilise de la vapeur d'échappement à 2 kg. jour et nuit dans un réchauffeur d'air spécial : l'air est chauffé ainsi à 120°. Les tubes radiateurs sont disposés en bas, sous les rails, à raison de 5 tubes par voie. A chaque extrémité du séchoir se trouve un compartiment cloisonné pouvant contenir 4 wagonnets, de façon à pouvoir, à l'entrée, réchauffer les produits à sécher et, à la sortie, les refroidir progressivement, grâce à un dispositif amenant de l'air chaud dans ces compartiments, air qui est ensuite aspiré, pour repasser dans le réchauffeur pour être dirigé dans le séchoir.

Par cette méthode, les fissures, dans les produits fabriqués, disparaissent presqu'entièrement. L. Fr.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 juillet 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rolin Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la réduction des domaines par une substitution à *m* variables complexes et l'existence d'un seul point invariant.**

CALCUL FONCTIONNEL. — *Luigi Fantappié* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une classe de fonctionnelles analytiques.**

RELATIVITÉ. — *H. Mineur* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les ondes de discontinuité du second ordre dans un univers d'Einstein.**

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Farid Boulad Bey* prés. par M. A. Mesnager). — **Sur le calcul d'une poutre continue de forme quelconque lorsqu'on donne ses déformations élastiques verticales.**

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Henri Malet* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur la synthèse mathématique des lois de l'électrodynamique.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Henri Bénard* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la limite du régime laminaire et du régime turbulent, révélée par l'apparition de tourbillons alternés nets.**

Les résultats obtenus par l'auteur le conduisent à considérer comme inadmissible qu'une valeur unique bien déterminée du paramètre R puisse fixer la limite entre le régime laminaire et le régime turbulent, comme cela aurait lieu d'après O. Reynolds dans le cas de l'écoulement d'un liquide par un tube cylindrique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Loi de distribution des orages magnétiques terrestres et loi correspondante de répartition des régions actives du Soleil.**

Dans une note antérieure (*C. R.* 182, 1926, p. 1301) l'auteur avait montré la relation existant entre les orages magnétiques et l'activité solaire. Dans cette nouvelle Note, il étudie les lois qui se dégagent de ces phénomènes et en fait une démonstration à l'aide d'une figure et de tableaux.

— *Da Costa Lobo* (Prés. par M. Deslandres). — **Corrélation entre les protubérances et les filaments solaires. Agitation de la surface des facules.**

L'auteur a installé à l'Observatoire de Coïmbra un grand spectrohéliographe ; d'autre part les appareils solaires ont été placés à proximité de l'Observatoire météorologique et de ses appareils magnétiques enregistreurs. Il peut ainsi étudier les relations entre l'activité solaire et les troubles de l'aiguille aimantée. Le 25 janvier, notamment, il a observé d'importantes taches et facules sur le soleil un peu avant de grandes perturbations magnétiques.

Deux séries d'images monochromatiques du Soleil avec la raie K, 25-26 janvier et 9-16 mars, ont mis en relief la correspondance entre les filaments et les protubérances. Une épreuve du 11 mars montre dans le secteur S.-O. une facule traversant le bord solaire ; elle dépassait en partie le bord et était très accidentée. On peut admettre des différences de niveau de quelques milliers de kilomètres et supposer que ces régions, où apparaissent parfois des taches, sont très agitées et sont le siège de tourbillons qui peuvent produire les taches.

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur les moyens d'amé-**

Digitized by Google

liorer les coordonnées lunaires déduites des occultations d'étoiles.

Les occultations d'étoiles par la Lune devraient donner la longitude lunaire avec une approximation de o"1 que l'on n'atteint pas ordinairement car, dans les calculs pour conclure cette longitude, on considère la Lune comme une sphère parfaite, dont le diamètre apparent varie uniquement avec la distance de l'observateur. Cette condition n'est pas remplie à cause des irrégularités du relief lunaire qui produit, au point occultant, des aspérités variables avec les librations. Par conséquent, pour améliorer les longitudes lunaires déduites des occultations, il suffirait de connaître la forme et la hauteur des aspérités, au point occultant, ce qui permettrait de ramener les heures observées à celles correspondant au diamètre moyen adopté dans les calculs ; ensuite on corrigerait au besoin ce diamètre par l'ensemble des occultations considérées. L'auteur indique la méthode qui pourrait être suivie pour résoudre la question.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Charles Moureu* et *Adolphe Lepape.* — **Titre de l'air atmosphérique en krypton et en xénon.**

MM. Moureu et Lepape ont effectué de nouvelles évaluations en utilisant la méthode spectrophotométrique du dosage du krypton et du xénon qu'ils ont indiquée antérieurement (*C. R.*, 152, 1911, p. 691 ; 153, 1911, p. 740 ; 174, 1922, p. 908). Ils ont obtenu les valeurs moyennes suivantes :

Argon brut de l'air	Krypton	Xénon
Titre en volumes	$1{,}1 \times 10^{-4}$	9×10^{-6}

Les titres de l'argon brut étant dans l'air de $9{,}34 \times 10^{-3}$, on obtient pour l'air :

Air atmosphérique	Krypton	Xénon
Titre en volumes	$1{,}0 \times 10^{-6}$	9×10^{-8}

Ces nouvelles déterminations ont permis aux auteurs de fixer la composition centésimale de l'air en ce qui concerne les gaz rares qu'ils renferment. Les nombres qu'ils obtiennent sont environ vingt fois plus grands que ceux admis définitivement à la suite de ses expériences de 1903 ; ils s'identifient pratiquement à ceux indiqués dès 1900 par Ramsay et M. Travers.

PHYSIQUE. — *W.-H. Keesom* (prés. par M. D. Berthelot). — **La courbe de fusion de l'hélium.**

Les expériences sur la solidification de l'hélium décrites dans la séance précédente (séance du 12 juillet) donnaient la possibilité de déterminer la courbe de fusion de l'hélium. Les résultats sont exposés dans un Tableau.

— *G. Darrieus* (prés. par M. de Broglie). — **Sur une relation entre la constante de la gravitation et les autres constantes fondamentales.**

M. L. Décombe a signalé antérieurement (*C. R.* du 24 novembre 1924) la curieuse relation :

$$\sqrt{\varphi} = \frac{8\,\mathcal{M}^2\,\mathcal{F}^2\,\mathcal{R}^2\,h^2}{N^4\,\rho}$$

qui présente l'inconvénient de faire intervenir directement et par les grandeurs microscopiques N et F, le nombre N d'Avogadro, qui dépend du choix arbitraire de la molécule-gramme.

Il est possible d'éliminer ce nombre en ne retenant comme constantes fondamentales que les grandeurs élémentaires irréductibles pour l'instant, e, m, m_H, h et c vitesse de la lumière, ce qui donne à la relation la forme encore plus simple :

$$\sqrt{\varphi} = \frac{2e}{m}\left(\frac{\alpha m}{m_H}\right)^4.$$

SPECTROSCOPIE. — *A. Dauvillier* (prés. par M. M. de Broglie). — **Spectrographie des rayons X de grande longueur d'onde.**

Tous les spectres K, L, M ou N obtenus dans le nouveau domaine spectral se réduisent à une ligne unique et offrent ainsi un caractère de simplicité remarquable. Ces raies sont intenses, aussi bien pour les éléments lourds que pour les éléments légers et le fond continu accompagnateur est si faible que les bandes de l'émulsion photographique ne sont pas visibles et qu'aucune limite d'absorption n'a encore pu être mesurée.

POUVOIR ROTATOIRE. — Mlle *J. Liquier* (prés. par M. A. Cotton). — **Variation du pouvoir rotatoire des solutions de sels de quinine en fonction de leur concentration en ions hydrogène. Pouvoir rotatoire de l'asparagine et effet de sel.**

Des mesures prises par l'auteur, et exposées dans des Tableaux, il résulte que dans le cas des sels neutres, l'activité de l'ion H^+ reste sensiblement constante lorsque la concentration en sel augmente. Elle diminue, au contraire, si l'on ajoute à la solution un sel d'acide faible (acétate, borate). De plus si, pour l'ensemble des solutions acides ou basiques correspondant à la courbe $\alpha = f(pH)$ et des solutions salines, on trace, à l'aide des courbes de dispersion, les droites de Darmois, on constate que ces droites sont concourantes. L'auteur en conclut que les constituants actifs des solutions qui correspondent à la courbe et des solutions en présence de sels sont les mêmes, c'est-à-dire les molécules d'une part, et les différentes fractions de la molécule dissociée, d'autre part.

RADIOACTIVITÉ. — *Salomon Rosenblum* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le ralentissement des rayons α par la matière.**

La perte de la vitesse des rayons α en fonction de l'épaisseur et de la nature de l'écran traversé a été démontrée par plusieurs expérimentateurs. L'auteur reprenant cette étude a employé une méthode consistant à mesurer la déviation magnétique en recevant les rayons sur plaque photographique. Comme source de rayonnement il a utilisé le dépôt actif du thorium, émettant deux groupes de rayons α dont on peut simultanément suivre le ralentissement. Le dépôt actif du thorium a l'avantage d'avoir une période beaucoup plus longue que celle du RaC. Il a examiné comme absorbant le mica, l'aluminium, le cuivre, l'argent, l'étain, l'or, le platine et le plomb, en feuilles de métal battu et laminé. Les métaux laminés donnent des résultats plus réguliers. Les écrans en plomb ont été plus difficiles à obtenir et les résultats sont moins satisfaisants.

— *Georges Fournier* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

L'auteur a étendu aux corps composés l'étude qu'il avait appliquée précédemment aux corps simples. Les résultats de ces nouvelles recherches, exposés dans un Tableau, lui permettent d'émettre les conclusions suivantes : 1° L'anomalie du soufre se conserve très nettement dans le sulfure de carbone ; 2° dans tous les cas où il y a écart avec la loi d'additivité, le coefficient observé est plus grand que le coefficient calculé d'après cette loi ; 3° tous les corps composés contenant de l'eau de constitution sont anormaux et semblent l'être d'autant plus qu'ils renferment plus d'eau. Les corps en solution donnent une indication semblable. L'eau elle-même est anormale.

En résumé la loi d'additivité semble valable pour les composés anhydres, à l'exception de ceux qui renferment certains groupements anormaux.

PHOTOCHIMIE. — *Henri Belliot* (prés. par M. Jean Perrin). — **Expériences sur la solarisation photographique.**

Dans une Note antérieure (*C. R.*, 182, 1926, p. 1609) l'auteur a exposé la distinction qui existe entre la solarisation

Digitized by Google

et l'inversion, ce second phénomène étant une régénération de la substance sensible. Dans cette nouvelle Note il montre qu'une seconde distinction est établie par la propriété suivante : La solarisation est accompagnée de noircissement direct par la lumière.

Les résultats obtenus le conduisent à conclure que le noircissement pour les temps de pose normaux et la solarisation sont maxima pour deux longueurs d'onde voisines mais distinctes, la première étant plus grande que la seconde.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Boutaric* et *Mlle G. Perreau* (prés. par M. D. Berthelot). — **Sur l'existence de deux zones d'instabilité dans la floculation de certaines suspensions par les électrolytes à cations tri et tétravalents.**

Si l'on étudie comment varient les durées t de la floculation d'une suspension de gomme-gutte en fonctions des concentrations C en chlorure d'aluminium réalisées dans la suspension en en mélangeant un certain volume avec un volume égal d'une solution titrée de $AlCl^3$, on est amené à reconnaître l'existence de deux zones de floculation. Pour une suspension de gomme-gutte à 0 gr. 435 par litre, l'une de ces zones était constituée par les concentrations comprises entre 7.10^{-6}N et 24.10^{-6}N, l'autre par les concentrations supérieures à 5.10^{-3}N. Aucune floculation ne se produisait d'une part, pour les concentrations comprises entre 23.10^{-6}N et 5.10^{-3}N et d'autre part pour les concentrations inférieures à 7.10^{-6}N.

Les auteurs exposent, au moyen d'une figure, les résultats de leurs recherches.

— *P. Brun* (prés. par M. G. Urbain). — **Miscibilité des mélanges hydro-alcooliques quaternaires.**

L'auteur a étudié les mélanges d'eau et d'alcool éthylique avec deux autres alcools, non miscibles avec l'eau, l'alcool isobutylique et isoamylique. Les propriétés de ces mélanges quaternaires sont représentées par une figure tétraédrique. Chaque sommet du tétraèdre correspond à un constituant pur; sur chaque face sont tracées les courbes de miscibilité des quatre combinaisons de trois liquides que l'on peut envisager. Chaque point enfin, situé à l'intérieur de l'espace limité par ces quatre triangles équilatéraux, correspond à la composition d'un mélange de quatre liquides.

L'auteur termine sa Note en faisant observer que le point critique de miscibilité qu'il a étudié dans le cas des mélanges ternaires devient, dans le cas des mélanges quaternaires, une courbe critique de miscibilité qu'il se propose de déterminer.

— *Pariselle* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les tartrates de pyridine et de quinoléine.**

L'auteur a étudié la neutralisation de l'acide tartrique par les bases pyridiques et a cherché à isoler les sels correspondants qui n'ont pas encore été mentionnés. Il a obtenu seulement le tartrate acide de pyridine, bien cristallisé, soluble dans l'eau et fondant vers 150°. En solution aqueuse, il a un pouvoir rotatoire moléculaire qui, pour la raie jaune du mercure, varie de 4° 6 à 5° 1 selon la concentration; sa dispersion est égale à 1,67.

Dans le cas de la quinoléine, le tartrate acide a pu seul être isolé à l'état cristallisé, les cristaux fondent vers 122°. Peu soluble dans l'eau, il présente dans ce liquide un pouvoir rotatoire moléculaire de 3° 9 et une dispersion de 1,60.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A.-P. Rollet* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur un nouveau dosage calorimétrique du nickel.**

En l'absence complète de cobalt et de cuivre la solution à analyser est traitée par l'eau de brome jusqu'à ce que subsiste un très faible excès de brome libre. On ajoute une petite quantité d'ammoniaque de façon à absorber tout le brome, et enfin quelques gouttes d'une solution alcoolique de diméthylglyoxine. La coloration rouge est produite après une ou deux minutes. En examinant l'essai sous une épaisseur de liquide de l'ordre du centième, on peut très facilement mettre en évidence 0 mg. 0005, soit 1/2000 de milligramme de nickel dilué dans 1 cm³. Dans un volume plus grand de solution permettant un examen plus aisé on perçoit encore moins de 0 mg, 015 de Ni dans 100 cm³.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mlle Bardon* et *Mme Ramart* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Action des dérivés organomagnésiens sur les éthers glycidiques.**

Les auteurs ont étudié l'action des dérivés organomagnésiens sur l'éther diphénylglycidique.

Action de l'iodure de méthylmagnésium. — On obtient le glycol en condensant à froid 4 molécules de CH^3MgI sur l'éther glycidique; la réaction est très vive. On peut effectuer la condensation à chaud. Dans les deux cas, on obtient un liquide bouillant à 210° sous 23 mm. et cristallisant dans l'alcool absolu en petits cristaux fondant à 73°. L'analyse correspond à celle d'un éther-alcool.

Action du bromure de phénylmagnésium. — La réaction précédente a été répétée et on a obtenu également un éther-alcool dont le point de fusion est 130°. En même temps il s'est formé un autre produit fondant à 203-205° dont les auteurs poursuivent l'étude.

— *Mlle Marthe Montagne* (prés. par M. Urbain). — **Recherches relatives à l'action des organomagnésiens sur quelques dialcoylamides grasses.**

L'auteur a recherché si la réaction des organomagnésiens sur certaines dialcoylamides grasses était susceptible de généralisation. Elle a condensé la N-diéthylacétamide, la N-diméthylbutyramide et la N-diéthylbutyramide avec le bromure d'éthylmagnésium. La réaction est toujours accompagnée d'un dégagement gazeux important. La réaction normale de formation des cétones varie suivant le magnésien et l'amide employés; le rendement est faible et le produit principal de la réaction n'est pas cétonique.

La N-diéthylacétamide se conduit d'une façon particulière, tandis que les deux dialcoylbutyramides étudiées donnent des résultats comparables.

Au cours de cette étude, l'auteur a pu obtenir plusieurs composés nouveaux.

— *E.-E. Blaise* et *Jean Miliotis* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Recherches sur la transposition de groupements fonctionnels.**

Cette étude porte sur la migration du groupement fonctionnel alcool primaire sous forme d'éther-oxyde. Les auteurs ont appliqué la méthode de Jeffreys à l'éthoxyacétamide et ont obtenu des alcoxyuréthanes dont la formation montre que le groupement fonctionnel éther-oxyde d'alcool primaire subit la transposition d'Hoffmann, exactement comme les radicaux alcoyles des amides étudiées par Jeffreys.

Ces recherches les ont conduits, en outre, à préparer quelques alcoxyuréthanes encore peu connues.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *René Girard* (prés. par M. Rateau). — **L'action des solutions salines sur les métaux ferreux.**

Dans une Note précédente (*C. R.*, 181, 1925, p. 552), les auteurs ont montré l'action des solutions de chlorure de sodium sur l'acier et sur les fontes. Ces mêmes métaux ont été attaqués par des solutions de sels à des concentrations voisines de celles où ils sont contenus dans l'eau de mer. Les sels essayés sont le chlorure de magnésium, le sulfate de magnésium et le sulfate de calcium.

Les résultats obtenus confirment l'aptitude des fontes à l'enrouillement partiellement protecteur et l'aptitude de l'acier à la corrosion destructive. Ils attirent l'attention sur l'influence de la nature des sels et de l'aération pour l'adhérence des produits de corrosion formés.

L. FRANCHET.

Digitized by Google

PHYSIOLOGIE. — *Charles Richet* et *P. Lassablière.* — **Effets protecteurs du chloralose sur l'anesthésie chloroformique.**

A la suite d'expériences antérieures, les auteurs avaient d'abord supposé que le chloralose agit en facilitant l'anesthésie chloroformique. Mais les faits ont été tout autres que leurs prévisions. Pendant les deux heures qui suivent l'ingestion du chloralose, les chiens sont devenus beaucoup moins sensibles au chloroforme et n'entrent en résolution complète qu'après de fortes doses de chloroforme. Quant au cœur, il est devenu, comme après une injection saline, réfractaire à la syncope.

Il n'est pas permis de conclure du chien à l'homme, et il conviendrait aux chirurgiens de voir si la résistance plus grande à l'anesthésie générale compenserait la résistance plus grande à la syncope cardiaque.

— *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Observations sur les pigments cellulaires.**

Les échanges nutritifs sont essentiels à l'évolution des pigments. Dus à la viviréaction du cytoplasma, les pigments ne sont pas autre chose qu'un mode d'adaptation au milieu extérieur, et toute cellule pourrait devenir chromogénétique. L'action des rayons très réfrangibles provoque le changement du chromogène en pigment plus stable, qu'elle fait adsorber, adhérer fortement au colloïde vivant par la voie de la déshydratation et de la précipitation.

— *G. Lafon* (prés. par M. E. Leclainche). — **Sur le mécanisme intime de la contraction musculaire.**

On est en droit de penser que la contraction des muscles est déterminée, à la suite d'injection d'eau distillée dans les muscles des pattes d'une grenouille à moelle épinière détruite, par la rupture de l'équilibre osmotique entre les éléments contractiles et le sarcoplasme ambiant. La contraction normale peut être rationnellement attribuée à un changement analogue de l'équilibre osmotique, déterminé dans les muscles par les processus chimiques associés à la contraction.

GÉOLOGIE. — *Jacques Bourcart* (transm. par M. H. Douvillé). — **Sur la stratigraphie des Bouches de Cattaro (Yougoslavie).**

Les terrains qui affleurent dans la région des Bouches appartiennent à trois zones tectoniques, la *série autochtone*, la *zone des écailles*, dite *du Cukali*, et la *nappe des Alpes albanaises*.

La zone autochtone est constituée par la Dolomie de Raguse, le Calcaire à Rudistes et par une puissante série de calcaires lutétiens. La seconde zone est formée d'une série d'écailles qui chevauchent directement le Bartonien de la zone autochtone. La nappe albanaise est exclusivement calcaire ou dolomitique.

VULCANOLOGIE. — *Paul Caubet.* — **Eruption du piton de la Fournaise** (*décembre* 1925 *à avril* 1926).

Aucune des trois coulées émises par les deux fentes formées au cours de l'éruption n'a atteint non seulement la mer, mais même la route nationale. L'intérieur du Cratère a été légèrement modifié, sans que pourtant sa topographie se soit trouvée complètement remaniée.

PÉDOLOGIE. — *V. Agafonoff.* — **La genèse des terres noires et des autres sols des environs de Clermont-Ferrand.**

Les divers sols des environs de Clermont-Ferrand, les terres noires et autres sont formés par décomposition des différentes projections volcaniques, parmi lesquelles les scories jouent un rôle prédominant.

BIOCHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Béguin* (prés. par M. L. Guignard). — **Recherches biochimiques sur la composition du *Salix triandra* L. Obtention de rutoside, d'asparagine et d'un nouveau glucoside à essence, hydrolysable par l'émulsine, le salidroside.**

Les auteurs décèlent, dans les feuilles, un glucoside hydrolysable par la rhamnodiastase et un glucoside hydrolysable par l'émulsine sans formation d'essence aromatique et, dans l'écorce, un glucoside à essence (*Salidroside*), donnant sous l'action de l'émulsine une odeur très fine de rose.

L'écorce des plantes mâles renferme une proportion de glucoside à essence bien supérieure à celle des plantes femelles.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Liliacées. Développement de l'embryon chez le *Muscari comosum* L.**

L'embryon du *Muscari comosum* se développe selon les règles très précises et bien particulières qui ont déjà été exposées au sujet du *Senecio vulgaris*. C'est incontestablement, d'après l'auteur, au groupe embryogénique déjà représenté par les Composées, les Urticacées et les Malvacées que la famille des Liliacées doit être rattachée.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur les caractères sexuels de la nageoire caudale chez les Galathéidés.**

Les caractères sexuels du telson se retrouvent d'une manière très comparable dans toute la tribu des Galathéinés. Les genres *Pleuroncodes*, *Grimothea*, *Galacantha*, *Munidopsis*, etc., sont à cet égard très analogues aux *Galathea*. Le genre *Munida* fait exception : la plupart des espèces ne présentent pas, dans le telson, de différences sexuelles manifestes.

Dans le genre *Æglea*, les différences sexuelles portent, non sur le telson, mais sur le bord postérieur du basipodite de l'uropode et sur l'ornementation du bord externe de l'endopodite de ce même uropode.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *René Fabre* et *Henri Simonnet* (prés. par M. L. Guignard). — **Étude de l'action photosensibilisatrice de l'hématoporphyrine.**

L'examen comparatif de l'hémolyse des globules de divers animaux permet d'observer des variations très notables dans la résistance des hématies. En irradiant des suspensions globulaires à 1 pour 100 dans du sérum de Ringer, additionnées de 0 gr. 02 pour 100 d'hématoporphyrine, on observe des temps d'hémolyse variant de 42 minutes (cheval) à 75 minutes (chien). Si l'on étudie l'hémolyse pour les diverses espèces animales, à quantité d'oxyhémoglobine égale, on observe encore des différences semblables, faisant, par exemple, apparaître la grande labilité des hématies de cheval par rapport à celles du mouton.

On est, disent les auteurs, en droit de considérer la cholestérine comme un facteur important dans la résistance à l'hémolyse des hématies des diverses espèces animales.

— *F. Vlès* et *A. de Coulon* (prés. par M. Henneguy). — **Sur la réceptivité de l'organisme pour les greffes de tumeurs, en relation avec les points isoélectriques des tissus.**

Ayant déterminé diverses substances dont l'introduction dans l'organisme abaisse temporairement les points isoélectriques musculaires selon le processus décrit antérieurement, les auteurs ont examiné leur effet sur l'indice de réceptivité aux greffes de tumeurs. Les diverses données exposées dans cette Note confirment et complètent celles qu'ils avaient apportées précédemment.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lutz* (prés. par M. Guignard). — **Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Actions réductrices.**

Les phénomènes de réduction ont été étudiés en ensemençant divers mycéliums sur milieu minéral gélosé additionné de 1 goutte par 5 cm³ d'une solution de bleu de méthylène à 0,125 %. Tous les tubes ont présenté des modifications très nettes du bleu de méthylène, se traduisant par trois ordres de phénomènes : décoloration pure et simple, virage au lilas ou au vert, presque totale ou partielle.

La décoloration provient d'une réduction énergique,

Digitized by Google

aboutissant à la leucobase du bleu, la coloration lilas à une réduction faible conduisant à l'acide thiosulfonique d'une indamine lilas, enfin la coloration verte à une réduction plus forte fournissant l'acide thiosulfonique de la diméthyl-paraphénylène diamine + diméthylaniline ou vert de Bindschädler.

EMBRYOGÉNIE. — *E. Fauré-Frémiet* et *Mlle Laura Kaufman* (prés. par M. L.-F. Henneguy). — **Remarques au sujet de la courbe de décroissance annuelle de la ponte chez la Poule domestique.**

La forme de la courbe décroissante de la ponte dépendrait de deux facteurs : le nombre initial des oocystes transformables et la constante qui indique que, à tout moment, la probabilité de transformation reste la même.

Si l'interprétation donnée par les auteurs répondait à la réalité, il serait inutile de faire intervenir un facteur de senescence pour expliquer la réduction progressive du taux de ponte.

MICROBIOLOGIE. — *Constantino Gorini* (prés. par M. Roux). — **Stimulation des activités bactériennes dans le lait.**

Les adjonctions au lait de certaines substances semblent stimuler les propriétés coagulantes et caséolytiques des bactéries plutôt qu'exercer une action eugénétique. Ces adjonctions renforcent l'action atténuée de certaines souches de streptocoques pathogènes et de pneumocoque après leur isolement de l'organisme, elles réveillent aussi les activités affaiblies ou dormantes des vieilles cultures.

Ces adjonctions ne semblent pas capables de susciter des propriétés nouvelles chez les bactéries ; en effet, elles n'ont point permis d'obtenir la coagulation du lait par des bactéries du groupe *typhosus*, *paratyphosus* et *dysentericus*, ni chez les bactéries du groupe *melitensis-abortus*.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur l'étiologie et l'épidémiologie de la Gattine du Ver à soie ou maladie des têtes claires.**

La gattine est une maladie infectieuse causée par *Streptococcus bombycis*. L'épidémie est favorisée dans certaines régions de grand élevage par l'inobservance de certaines règles élémentaires d'hygiène, en particulier par le défaut de soins de propreté, le manque d'air et de lumière, le défaut d'espacement des Vers. Le nettoyage minutieux du matériel d'éducation et de la magnanerie, l'emploi de désinfectants énergiques est à conseiller pour prévenir la maladie.

MÉDECINE. — *H. Bordier* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **Action de la d'Arsonvalisation diathermique sur la synovie.**

Le passage des oscillations électriques de haute fréquence pendant 5 minutes a été suffisant pour amener une floculation partielle des particules albuminoïdes d'un liquide synovial. C'est par un phénomène analogue que doit très probablement se traduire chez un malade atteint d'hydarthrose l'action de la d'Arsonvalisation diathermique. P. GUÉRIN.

Séance du 26 juillet 1926

BALISTIQUE. — *Kyrille Popoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la convergence des séries de la Balistique extérieure.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Léon Brillouin* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un type général de problèmes, permettant la séparation des variables dans la mécanique ondulatoire de Schrödinger.**

— *Louis de Broglie* (trans. par M. M. de Broglie). — **Remarques sur la nouvelle Mécanique ondulatoire.**

HYDRAULIQUE. — *Rateau, Leroux* et *Bourgeat.* — **Détermination expérimentale du coefficient de débit des tuyères fonctionnant en écoulement libre.**

Les expériences ont eu pour but la détermination précise du coefficient m de débit des tuyères, fonctionnant en écoulement libre, défini par $q = m\omega\sqrt{2gh}$, où ω est la section de sortie. Elles permettent des conclusions étendues ; notamment, la forme du profil longitudinal de la tuyère ne semble pas exercer une très grande influence ; les valeurs de m sont sensiblement équivalentes, mais le profil rectiligne donne des veines plus régulières que le profil circulaire. Par contre l'influence de l'ajutage cylindrique à la sortie de la tuyère est très importante, la suppression de cet ajutage diminue le coefficient du débit. m croît avec la dimension des tuyères. Pour les petits diamètres, m croît constamment avec la charge. L'aspect de la veine à la sortie varie avec la charge. La température exerce une influence considérable, d'autant plus sensible que la charge est plus faible.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *E.-M. Antoniadi* (trans. par M. H. Deslandres). — **Changements récemment observés sur la planète Jupiter avec la lunette de 0 m. 83 de l'Observatoire de Meudon.**

La tache rougeâtre, d'une teinte rose pâle, est actuellement très éloignée de la bande tropicale sud. Floconneuse, très allongée, elle a une forme hexagonale irrégulière. La bande tempérée sud paraît calme dans la partie qui précède la tache rougeâtre, active et tachetée ailleurs. La large bande tropicale nord a un aspect très irrégulier et noueux, et l'on y remarque une multitude de taches sombres et déchiquetées. La bande tempérée nord paraît large, foncée et irrégulière de forme et de ton. Les bandes tropicales sont d'un rose lilas intense, les tempérées tirant le mauve. L'activité passe actuellement de l'hémisphère austral dans l'hémisphère boréal de la planète.

SISMOLOGIE. — *E. Rothé, J. Lacoste* et *Mme A. Hée* (prés. par M. Bigourdan). — **Tremblements de terre en France en 1925.**

En 1925 il y a eu 12 tremblements de terre au lieu de 24 en 1924. La région des Pyrénées a été plus stable que les années précédentes, et c'est le Plateau central qui a présenté les phénomènes les plus importants.

Dans la région est, il y a eu, le 8 janvier, un séisme important dont l'épicentre se trouverait en territoire suisse, aux environs de Vallorbe, dans la région comprise au sud du lac de Neuchâtel et à l'est du lac de Joux. Le mouvement s'est propagé très loin en France.

Dans le centre, Chateaumeillant (Cher) a été assez éprouvé en septembre et en décembre. Il semble que cette région ait été, en 1925, la plus instable et qu'elle ait été le nœud de réajustements opérés sur les contreforts N. W. du Plateau central.

FLUORESCENCE. — *Lucien Mallet* (prés. par M. Cotton). — **Luminescence de l'eau et des substances organiques soumises aux rayonnements γ.**

La luminescence de l'eau paraît bien émettre un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde inférieur à 3.000 Å. La glace transparente exposée au rayonnement γ est luminescente, mais avec une intensité plus faible que l'eau à 20°. L'alcool, l'éther ordinaire, le chloroforme, le sulfure de carbone présentent une luminescence de l'ordre de celle de l'eau ; les huiles, les graisses et la cire blanche sont également luminescentes.

Les recherches de l'auteur tendent à montrer la généralité des phénomènes de luminescence et expliquent, dans une certaine mesure, l'identité d'action des radiations X, γ et ultraviolettes. Elles font entrevoir, dans les effets biologiques, l'action d'un rayonnement ultraviolet produit sous l'influence des radiations pénétrantes X et γ.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *F. Wolfers* (prés. par M. A. Cotton). — **Une action probable de la matière sur les quanta de radiation.**

L'auteur a montré antérieurement que l'ombre d'un objet opaque, projetée sur une plaque sensible, est systématiquement trop large ; le bord réel de l'ombre géométrique est

Digitized by Google

séparé du bord apparent par une frange claire. Cet effet cesse d'être observable pour les rayons très pénétrants. Pour la lumière (de 8.000 à 3.100 U. Å. environ) on constate des faits analogues. Dans les phénomènes observés au cours de ces recherches, il y a à distinguer deux effets très différents qui coexistent : d'une part, les franges supplémentaires pour la lumière, et la frange noire unique pour les rayons X paraissent dues à des ondes diffusées à la surface de l'écran ; d'autre part il y a un déficit d'énergie le long du bord de l'ombre géométrique.

PHOTOGRAPHIE. — *Rodolphe Berthon* (prés. par M. Cotton). — **Sur la projection et la reproduction des épreuves réticulées.**

Les reproductions des photographies en couleurs obtenues sur supports à éléments microscopiques colorés paraissent toujours ternes. Ce fait est dû au même phénomène que celui qui se produit en similigravure et résultant de la superposition optique de deux réseaux ne coïncidant pas rigoureusement point par point. L'auteur a donc cherché à faire disparaître le réseau de la photographie originale en projection, pensant que la reproduction d'une photographie ainsi projetée s'effectuerait avec la même facilité que la photographie directe d'une épreuve en teintes plates. L'expérience a pleinement justifié ses prévisions. Il a pu obtenir l'effacement des réseaux symétriques en projection au moyen d'un dispositif à prismes, ces derniers pouvant du reste être remplacés par des lames à faces parallèles plus ou moins inclinées, par des lentilles cylindriques ou même sphériques convenablement conjuguées, par des lames de torsion, etc. Le nouveau procédé semble devoir permettre des applications très intéressantes en cinématographie.

PHOTOCHIMIE. — *Pierre Auger* et *Francis Perrin* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la répartition dans l'espace des directions d'émission des photoélectrons.**

Les auteurs ont proposé (*C. R.*, 180, 1925, p. 1742), une loi de répartition des directions d'émission des photoélectrons, valable pour des rayons X incidents de fréquence peu élevée. Dans cette nouvelle Note ils démontrent que cette loi est imposée par les conditions suivantes :

a) Pour une onde incidente polarisée, la probabilité de départ d'un photoélectron dans un cône élémentaire $d\Omega$ ne dépend, si la fréquence est peu élevée, que de l'angle θ que fait ce cône avec le vecteur électrique de l'onde.

b) En superposant les distributions des directions d'émissions correspondant à deux ondes de même direction, fréquence et intensité, polarisées dans des plans perpendiculaires, on doit obtenir une distribution de révolution autour de la direction de propagation des ondes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Thomas* et *Mlle Marie Sibi* (prés. par M. Roux). — **Contribution à l'étude de la structure des gelées. Organogels obtenus avec l'acétal benzoïque de la sorbite.**

L'acétal benzoïque brut se dissout en entier dans un grand nombre de solvants organiques et donne ensuite des gels plus ou moins opalescents. Examinés au microscope polarisant, ils paraissent isotropes ; cependant on y aperçoit souvent des particules anisotropes présentant des phénomènes d'extinction qui caractérisent un commencement de cristallisation. Lorsqu'on les agite, les organogels se brisent et laissent, après un certain temps, et si la concentration n'est pas trop élevée, des flocons nageant dans le solvant.

Il résulte des recherches effectuées qu'il y a lieu d'attribuer la formation des organogels obtenus avec l'acétal de sorbite brut à la présence de l'isomère de position soluble dans l'eau bouillante.

— *P. Dumanois* et *P. Laffitte* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Influence de la pression sur la formation de l'onde explosive.**

Les auteurs ont étudié l'établissement de l'onde explosive dans les mélanges gazeux détonants lorsqu'on fait varier la pression initiale. Ils ont employé le mélange $H^2 + O$ et ont déterminé la longueur parcourue par la flamme depuis l'inflammation du mélange détonant jusqu'à la naissance de l'onde explosible, dans des tubes en verre de 22 mm. de diamètre intérieur et de 1 m. de longueur. On a fait varier la pression initiale de 1 atm. à 6 atm. 5, la longueur de combustion qui a été de 70 cm. à 1 atm. a été en décroissant jusqu'à la pression de 6 atm. 5 où elle n'était plus que de 27 cm.

Pour les faibles pressions, la longueur parcourue par la flamme avant l'établissement de l'onde explosive diminue assez rapidement lorsque la pression augmente ; ensuite cette diminution de la longueur de combustion est plus faible.

— *Michel-O. Samsoen* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'étude dilatométrique et thermique des verres composés de silice et de soude.**

L'auteur a étudié les verres dont la teneur en silice variait de 49,2 à 92 %. Les chiffres obtenus montrent l'existence d'un maximum dans la valeur du coefficient de dilatation pour une composition SiO^2 56 %, Na^2O 44 %. Les résultats conduiraient, pour la dernière partie de la courbe, à une branche parabolique, si l'on veut les raccorder d'une façon continue au coefficient de dilatation de la silice vitreuse.

On observe également un maximum de la température de transformation correspondant à la composition 2 SiO^2, Na^2O.

— *Marcel Laporte* et *Mario A. Da Silva* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mobilité des sons négatifs et courants d'ionisation dans l'argon pur.**

L'existence d'ions négatifs très mobiles, dans l'argon pur, a été signalée en 1910 par Franck et Hertz. D'après les expériences de MM. Laporte et Da Silva, cette mobilité est due à ce que les électrons sont repoussés par l'anneau électronique extérieur complet ; ces faits sont en connexion avec le manque d'affinités chimiques des gaz rares, et les particularités de la décharge électrique dans ces gaz.

Les auteurs pensent qu'on pourrait utiliser des chambres d'ionisation à argon très pur, pour la mesure des courants d'ionisation intenses, dont la saturation pourra s'obtenir commodément sous de faibles tensions.

CHIMIE MINÉRALE. — *Georges Denigès* (prés. par M. Charles Moureu). — **Action de l'acide bromhydrique et des bromures alcalins, en milieu acétique, sur le bromure cuivrique. Nouvelle réaction du cupricum.**

Se basant sur les travaux de M. Sabatier relatifs au bromhydrate de bromure cuivrique, l'auteur a étudié des combinaisons du type Br^2 CuAH en milieu acétique. Les résultats obtenus lui permettent d'admettre que dans un tel milieu, les bromures alcalins contractent des combinaisons du type $BrMC^2H^3O^2H$, de coloration jaune et très aisément dissociables par l'eau. En présence de Br^2 Cu, ces combinaisons donneraient par substitution le composé Br^2 $CuC^2H^3O^2H$, vert, lorsque la teneur en bromures alcalins n'est pas trop considérable et, ensuite, Br^2 Cu BrM violet, comparable à Br^2 Cu Br H, quand ces bromures sont prépondérants.

Avec l'acide acétique et Br^2 Cu, en présence de doses croissantes de Br H, il en est de même, et il se formerait successivement $Br^2CuC^2H^3O^2$ H, vert, puis Br^2 Cu Br. H, violet. A chaud la combinaison verte est plus stable que la violette, d'où reversibilité possible quand les doses de BrH ou de BrM du milieu ne sont pas trop considérables.

En utilisant les données précédentes, l'auteur a réalisé d'intéressantes applications analytiques.

— *A. Travers* et *Malaprade* (prés. par M. Matignon). — **Sur la constitution des solutions d'acide molybdique.**

Digitized by Google

Les solutions d'acide molybdique renferment un acide condensé, l'acide tétramolybdique $4MO^3\ H^2O$ qu'on pourrait appeler l'acide métamolybdique, par analogie avec l'acide métatungstique.

Il est vraisemblable qu'à côté des molécules simples $4MoO^3H^2\ O$, partiellement ionisées, il y a des molécules polymères $[4Mo.\ O^3.\ H^2O]^n$. Les acides phospho, boro, silicomolybdiques s'expliquent très simplement à partir de cette constitution. Ce sont des complexes obtenus par addition de 1 mol. de PO^4H^3, de $BO^3\ H^3$, etc., avec 3 mol. de l'acide tétramolybdique, par exemple :

$PO^4H^3\ 3[4\ MoO^3\ H^2O]$ ou $PO^4H^3\ [4\ MoO^3\ H^2O]^3$

où les rapports des corps combinés sont extrêmement simples.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Cornubert* et *Ch. Borrel* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Action de l'aldéhyde benzoïque sur les cyclanomes contenant les groupes $CH(CH^3)—CO—CHR-$ ou $CHR—CO—CH^2-$.**

Les recherches qui font l'objet de cette Note montrent notamment que toutes les cétones des types étudiés ne donnent pas de combinaisons tétrahydropyroniques. Des cinq cétones isopropylées étudiées, seules les cétones β-isopropylées (carvénone, thuyone, tétrahydrocarvone) ont donné une combinaison tétrahydropyronique, tandis que les cétones α-isopropylées n'en ont pas fourni. La formation de cette combinaison dans l'action de l'aldéhyde benzoïque sur une cyclanone conduit à admettre l'existence des groupes: $—CH(CH^3)—CO—CHR—$ ou $CH(CH^3)—CO—CH^2—$

La différenciation de ces deux groupes se réalise par la préparation d'une combinaison benzylidénique que fournissent seuls les corps contenant le groupe :

$$— CH(CH^3) — CO — CH^2 —$$

toutefois il ne semble pas, d'après les recherches de Wallach, que cette différentiation soit rigoureusement générale.

— *G. Bruhat* et *V. Thomas* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les dimagnésiens au noyau benzénique.**

En réagissant sur CO^2, les nitriles, les cétones et les aldéhydes, les dimagnésiens au noyau benzénique réagissent en général comme le font les magnésiens ordinaires, la condensation s'effectuant sur les deux groupes magnésiens. Cependant le dimagnésien en *ortho* ne paraît fixer qu'une seule molécule de CO^2, en donnant un complexe dédoublable par l'eau avec production d'acide benzoïque. De plus, la formation du benzophénone dans le traitement à l'eau du complexe provenant de la condensation du dimagnésien en *ortho* avec le benzonitrile semble indiquer que dans la série *ortho* la condensation sur les deux groupes magnésiens est moins facile que dans les séries *méta* et *para*.

La méthode aux dimagnésiens permet l'introduction dans le noyau benzénique de deux groupements identiques et par suite la synthèse des diacides, de cétones et de glycols bisecondaires et bitertiaires.

— *G. Vavon* et *Jakes* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Hydrogénation catalytique des doubles liaisons conjuguées.**

Dans la méthode catalytique, la présence d'un système de doubles liaisons conjuguées n'entraîne pas, pour la molécule, une facilité d'hydrogénation particulière et ne permet pas l'hydrogénation partielle en 1-4.

Il y a donc opposition nette, à ce point de vue, entre la méthode catalytique et les méthodes à hydrogène naissant.

On peut donner une interprétation de ces résultats en admettant que l'hydrogène agit sous forme d'atome libre à l'état naissant et de molécule dans la catalyse.

— *Marcel Sommelet* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur un mode de préparation d'amines tertiaires dérivées d'alcools tertiaires.**

Si on condense la méthylimine de la benzophénone avec CH^3MgI en solution éthérée, on observe, même si l'on emploie un grand excès de l'organométallique, que l'amine n'entre en réaction que pour une part et que le produit de cette transformation limitée n'est pas l'amine secondaire, mais l'amine tertiaire, le diméthylamino-1-diphényl-1.1-éthane.

— *V. Ipatieff* et *B. Dolgof* (prés. par M. Matignon). — **Hydrogénation du triphénylcarbinol et du phénylfluorène carbinol sous pression.**

L'étude des produits d'hydrogénation du triphénylcarbinol permet de considérer la substance obtenue comme étant le tricyclohexylméthane quoique par ses propriétés physiques et chimiques elle soit tout à fait différente du produit obtenu jadis par M. Godchot par réduction du triphénylméthane. Comme aux températures d'environ 300° le triphénylméthane peut, dans certain cas, se transformer par pyrogénation en phénylfluorène il pouvait y avoir doute que le produit obtenu fût du phénylfluorène complètement hydrogéné. Pour résoudre cette question, on a hydrogéné du phénylfluorène carbinol obtenu par synthèse. On a eu comme résultat un produit semblable au tricyclohexylméthane, mais tout à fait différent par ses propriétés, le perhydrophénylfluorène. L. Franchet.

CHIMIOTHÉRAPIE. — *Gabriel Bertrand* et *M. Mâchebœuf.* — **Nickel, cobalt et diabète.**

Les auteurs ont recherché si, à l'aide de petites quantités de nickel et de cobalt, introduites dans la circulation générale, on pourrait obtenir la guérison ou tout au moins l'amélioration de certains cas de diabète. Si, parfois, il n'y a pas eu d'amélioration, d'autres fois, ils ont constaté un retour partiel ou complet de la diurèse au volume normal, avec disparition concomitante de la soif, une diminution progressive allant parfois jusqu'à la suppression plus ou moins durable du sucre urinaire, une tolérance augmentée vis-à-vis des glucides, quelquefois, mais pas toujours, un abaissement de la glycémie.

Une perspective du nouveau traitement indiqué est particulièrement intéressante à envisager : c'est l'administration du nickel et du cobalt, non plus par injection hypodermique, mais par la bouche.

— *F. Rathery* et *Mlle L. Levina* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Influence des sels de nickel et de cobalt sur quelques diabétiques.**

Les auteurs publient les premiers résultats obtenus à la suite d'injections prolongées chez onze diabétiques de la solution mixte de nickel et de cobalt. Dans un premier groupe (5 malades), les résultats ont été nettement positifs. La solution injectée paraît bien douée d'une influence nette sur la tolérance des glucides ; elle l'améliore temporairement ; une série d'injections amène la disparition temporaire de la glycosurie. Cette action temporaire semble, après une série d'injections, devenir durable.

Dans un second groupe (6 malades), les résultats ont été négatifs. Après 5 à 9 injections, on a même constaté une aggravation de la glycosurie, une élévation de la glycémie et une augmentation de l'excrétion des corps acétoniques. Il s'agissait dans tous ces cas de malades atteints de diabète consomptif net.

GÉOLOGIE. — *L. Léger* et *F. Blanchet* (prés. par M. Émile Haug). — **Sur les formations gréseuses des îles de Port-Cros et du Levant.**

En l'absence de fossiles caractéristiques, il est difficile d'assigner une date à ces formations ; seule leur altitude (30 à 35 m.) incite les auteurs à les considérer comme correspondant aux couches à Strombes bien connues de nombreux points de la Méditerranée, représentant le Tyrrhénien et auquel Lutaud rattache le dépôt de galets de 33-34 m. entre la Napoule et Théoule, ainsi que les surfaces d'abrasion de la rade d'Agay et du parc Calvet, près de Saint-Raphaël.

Digitized by Google

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Lucien Mayet* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Les hommes fossiles de la Denise : le frontal masculin, dit Frontal Aymard du Musée Crozatier, au Puy (Haute-Loire).**

Le frontal masculin de la Denise, du type *Homo sapiens* le plus net, offre un ensemble de caractères archaïques de la région sus-orbiculaire dont la survivance ne se retrouve guère que chez les plus primitifs des hommes actuels, les Australiens. La morphologie osseuse est ici en étroite corrélation avec l'ancienneté géologique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Michel Durand* (prés. par M. Molliard). — **Sur le rôle physiologique des tannins.**

Si on considère la totalité des tannins dans les cotylédons seuls du *Quercus pedunculata*, on voit que ces substances s'accumulent dans ces organes dès les premiers stades de la germination au moment de l'utilisation intensive des réserves ; ils diminuent ensuite jusqu'à la fin de la végétation, ce qui se traduit en définitive par la disparition d'une quantité appréciable de ces corps.

Il existe un parallélisme frappant dans les cotylédons entre l'évolution des tannins solubles dans l'acétone et celle des sucres à petite molécule ; ces deux sortes de substances s'accumulent au début puis disparaissent presque en totalité lors de l'épuisement des réserves.

Les tannins solubles dans l'eau paraissent rester en même quantité pendant les premiers stades du développement ; ils s'accumulent dans les cotylédons surtout à partir du moment où l'amidon vient à manquer.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mme Anna Drzewina* et *Georges Bohn* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Influence de l'acide carbonique sur le sperme d'Oursin, en fonction de la masse.**

Avec le sperme au 1 /100, Co^2 à saturation ne réussit pas à paralyser les mouvements des spermatozoïdes. Dans le cas du sperme plus dilué, au contraire, les spermatozoïdes, mis au contact des œufs restent paralysés parfois pendant une demi-heure ; ensuite seulement ils parviennent à féconder les œufs. En réalité, Co^2 détermine toujours sur le spermatozoïde une crise ; mais, dans le premier cas, la fécondation a lieu pendant la crise ; dans le second cas, elle a lieu après.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Max Aron* (prés. par M. Widal). — **Faits expérimentaux relatifs à l'harmonie de croissance chez les larves d'Anoures.**

Une certaine influence, propagée d'avant en arrière, le long des organes axiaux, est indispensable à assurer une vitesse de développement normale de la queue. Si le tronc poursuit régulièrement sa croissance, le développement de la queue, séparée de ses connexions axiales, n'est plus en harmonie avec celui du reste de l'organisme.

Réciproquement, le développement normal ou la régénération de la queue se montrent indispensables à l'accroissement du tronc.

PHOTOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Charles Dhéré* et *Elphège Bois* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Étude comparative de la fluorescence de quelques porphyrines naturelles et artificielles.**

Toutes les porphyrines étudiées présentent, dans la pyridine, un spectre cannelé à quatre bandes, même l'étioporphyrine (non oxygénée) qu'on peut préparer aussi bien à partir de la chlorophylle que de l'hémoglobine.

C'est avec la protoporphyrine que la structure cannelée est la moins marquée ; elle est au contraire très accusée avec la coproporphyrine. Pour ces deux porphyrines, l'écart des axes est en outre relativement considérable.

MICROBIOLOGIE. — *Béguet* (prés. par M. Roux). — **Sur le mécanisme de l'agglutination (à propos du *Br. melitensis*).**

L'agglutination non spécifique des *Brucella* est due à la floculation de substances péri-et interbactériennes, floculation qui agit sur les corps microbiens comme la floculation de l'albumine agit sur les corps en suspension dans le collage des vins.

L'agglutination spécifique paraît résulter de la floculation d'une substance propre au genre *Brucella*, substance purement bactérienne qui, chaque fois qu'on met le microbe en suspension, passerait en partie dans le liquide à la faveur d'un équilibre de membrane.

THÉRAPEUTIQUE. — *R. Boyé* (prés. par M. Roux). — **Action comparative du stovarsolate et du chlorhydrate de quinine dans la fièvre quarte paludéenne.**

La combinaison arsenic-quinine envisagée est plus active sur le paludisme de la fièvre quarte à *Plasmodium malariæ* que la quinine à dose égale donnée seule. P. GUÉRIN.

Séance du 2 août 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J.-F. Ritt.* — **Simplification de la méthode de Liouville dans la théorie des fonctions élémentaires.**

— *Akimoff* (transm. par M. Paul Appell). — **Sur l'application des transcendantes de Fourier-Bessel à plusieurs variables au développement en séries trigonométriques des fonctions conditionnellement périodiques.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'allure des fonctions représentées par les séries de Dirichlet et la croissance des fonctions analytiques autour d'un point singulier.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Georges Alexitch* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les valeurs d'une fonction analytique prises sur la circonférence du cercle à rayon unité.**

— *N. Podtiaguine* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'ordre de croissance des fonctions.**

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *S.-A. Gheorghiu* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la théorie de la corrélation.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Mlle S. Maracineanu* (trans. par M. Deslandres). — **Actions spéciales du Soleil sur la radioactivité du polonium et du plomb.**

Si l'on dépose une goutte d'une solution de polonium pur, ne donnant que le rayonnement α, sur une feuille de plomb de un dixième de millimètre d'épaisseur et si l'on mesure le courant d'ionisation provoqué par la force opposée à celle qui porte le polonium, on obtient un faible courant d'ionisation qui augmente chaque jour d'après une courbe régulière. Ce courant est de l'ordre de $1,4 \times 10^{-4}$ de la valeur du courant provoqué par le polonium. Si la goutte a été séchée au soleil, au lieu d'être séchée à l'ombre, le courant d'ionisation obtenu à l'envers, immédiatement après l'exposition, est beaucoup plus fort que dans le cas précédent : il atteint 2×10^{-3} de la valeur du polonium et augmente rapidement sans aucune autre cause extérieure, atteignant 25 jours après environ un maximum dont la valeur est sept fois plus forte que la valeur de l'intensité du courant le lendemain de l'exposition.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Henry Hubert.* — **Premières observations relatives aux parasites atmosphériques en Afrique Occidentale.**

Les bruits perçus ont été décrits par MM. Rothé et Lacoste sous les noms de *décharges*, craquements et *claquements*. Les décharges sont en relation directe avec le jaillissement de la foudre. En Afrique Occidentale, au moins, les décharges seules sont dans ce cas. Pendant la période de l'année où la foudre ne jaillit pas, on n'enregistre pas de décharges. Pour chaque longueur d'onde, il y a une orientation du cadre, vers l'Est, pour laquelle il y a un maximum de fréquence, et

Digitized by Google

une autre orientation, souvent très comparable, pour laquelle il y a un maximum d'intensité des décharges.

Les craquements et claquements ont lieu à toute heure et en toute saison ; ils ne sont pas déterminés par le jaillissement de la foudre ; leur fréquence est beaucoup plus grande la nuit que le jour, probablement par suite d'une simple augmentation des parasites perçus, du fait d'une meilleure audibilité.

ÉLECTRICITÉ. — *Pierre Vernotte* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un régulateur de tension et de courant.**

L'auteur décrit un dispositif facile à réaliser, et qui permet de régulariser, avec une permanence supérieure même à celle des batteries d'accumulateur, des courants ayant une valeur arbitraire entre zéro et le maximum pour lequel il a été construit. Ce dispositif peut être utilisé de plusieurs façons : on peut dépasser la compensation, c'est-à-dire obtenir que la tension appliquée croissant, le courant utilisé décroisse ; on peut brancher un deuxième régulateur de même principe alimentant un circuit d'utilisation, chaque régulateur étant réglé indépendamment pour le courant qui doit le traverser ; on peut aussi, sans chercher une régulation rigoureuse, diminuer des variations de tension de grande amplitude. Ce procédé de régulation ne nécessite l'intervention d'aucune propriété anormale.

— *A. Guillet* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le contact rectifiant.**

Un mauvais contact inséré dans un circuit peut détecter lorsqu'on applique à ce circuit une force électromotrice convenable. Un contact rectifiant est donc assimilable à un petit condensateur dissymétrique qui se déchargerait à travers l'isolant lorsqu'une armature, la pointe dans le cas du détecteur à galène, reçoit une charge suffisante d'électricité négative. Mlle Collet et M. H. Pélabon ont adopté ce point de vue, mais ils n'ont donné que des indications qualitatives sur le mécanisme probable du phénomène. Dans la présente Note, M. Guillet étudie quelques faits généraux mesurables propres à faciliter une théorie définitive.

PHYSIQUE. — *A. Dauvillier* (trans. par M. de Broglie). — **Sur le téléphote, appareil de télévision par tubes à vide : Résultats expérimentaux préliminaires.**

La production directe de courants de position ayant une loi de variation dans le temps identique à la loi d'exploration caractérise l'invention en assurant automatiquement le synchronisme et la mise en phase des deux spots. Deux miroirs plans successifs, oscillant rectangulairement, sont portés par des diapasons insérés sur le trajet du faisceau lumineux issu de l'objectif et tombant sur un écran opaque disposé dans le plan-image. Cet écran est percé d'un orifice définissant la taille du spot sélectionné. L'un des diapasons de fréquence 10 définit le grain de l'image en constituant celui-ci de 80 lignes jointives. La cellule photo-électrique est assez éloignée du diaphramme pour être largement illuminée par le faisceau transmis.

RADIOCHIMIE. — *Jean Perrin* et *Mlle Choucroun*. — **Parallélisme entre le pouvoir fluorescent et la vitesse de réaction.**

Les auteurs ont cherché, pour le bleu de méthylène, les valeurs du pouvoir fluorescent aux concentrations pour lesquelles on avait mesuré la vitesse de réaction. L'on trouve qu'il y a simplement proportionnalité entre l'éclat du corps fluorescent et la vitesse de réaction : passant de la concentration 1/200 à la concentration 1/1500 l'éclat est multiplié environ par 10,5 et la vitesse environ par 11.

— *Eugène Laborde, Jean Bressoles* et *Léon Jaloustre* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Influence de quelques éléments radioactifs sur l'activité catalytique de certains précipités protéobismuthiques.**

Les auteurs montrent que l'activité catalytique des composés protéo-bismuthiques radioactifs obtenus dépend de la nature de l'élément radioactif qu'ils contiennent et de sa concentration dans le milieu où ils prennent naissance. Le baryum n'est pas sans influence.

Il est possible, au moyen de solutions bismuthiques radioactives, d'obtenir des composés protéo-bismuthiques plus actifs au point de vue catalytique que les précipités simples, en utilisant un élément radioactif convenablement choisi à une concentration convenable.

Il est à prévoir que les autres propriétés des précipités protéo-bismuthiques sont également fonctions des mêmes facteurs, en particulier les propriétés spirillicides.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle Choucroun* (prés. par M. Jean Perrin). — **Radiochimie de corps fluorescents.**

En vue d'établir la loi de variation de la vitesse avec la concentration, des expériences précises ont été faites avec le bleu de méthylène dissous dans une glycérine chimiquement pure de viscosité définie. L'auteur a trouvé que la vitesse initiale de réaction croît progressivement quand la concentration décroît. Mais des traces d'ions H+ ralentissent la vitesse de réaction tandis que des traces d'ions H— l'accélèrent. En ajoutant au milieu un corps qui, sans prendre part à la réaction, maintient un pH constant, les irrégularités constatées disparaissent.

— *A Travers* et *Houot* (prés. par M. Léon Guillet). — **Étude thermique de plomb électrolytique. Allotropie du plomb.**

Des phénomènes observés, il se dégage notamment que le plomb le plus pur qu'on puisse obtenir renferme encore des impuretés dont quelques-unes, comme Sn, donnent des solutions solides avec le métal pur.

L'existence de changements dans le coefficient de dilation doit être attribuée à des variétés allotropiques du plomb ; Heller et Cohen avaient déjà, du reste, signalé l'existence de deux variétés de plomb, le point de transformation étant situé entre 50 et 75°. L'auteur montre qu'il y a trois variétés α, β, γ : la variété γ stable au-dessus de 180° se transformerait déjà à la température ordinaire, plus rapidement par revenu vers 160° ; le plomb ordinaire, coulé depuis un certain temps, serait formé de deux variétés α, β.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Robert Le Guyon* (prés. par M. G. Urbain). — **Nouveau procédé général analytique : la centrifugo-volumétrie.**

Certaines réactions chimiques pourraient servir de base à des dosages volumétriques si l'on connaissait des réactions colorées indiquant le terme de la précipitation. Dans le but de remédier à cette absence d'indicateur l'auteur a employé la centrifugation pour rassembler le précipité de telle sorte que, dans le liquide clair, l'absence de précipité dû à une goutte du réactif précipitant indique le terme de la réaction. Il a cherché la possibilité d'application de ce procédé à toute réaction chimique totale, consistant, par exemple, en la précipitation quantitative d'un sel par double décomposition entre deux autres sels, pour laquelle il n'existe pas de réaction colorée indiquant le terme de la réaction. La quantité de réactif employé renseignera sur la quantité de l'élément à doser.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel.* — **Essai de classification des chlorites.**

L'auteur établit sa classification d'après les données de l'analyse. Ses recherches sur la composition chimique des chlorites l'ont conduit à envisager deux séries de rapports moléculaires : 1° les rapports habituels qui permettent d'établir la formule empirique ; 2° les rapports spécifiques. Le calcul et la discussion des analyses de chlorites effectuées jusqu'à présent montrent que l'on peut aboutir à une classification simple dans laquelle les relations entre chaque type sont bien mises en évidence par la considération des rapports caractéristiques : s, f, o et c. L. FRANCHET.

Digitized by Google

GÉOLOGIE. — *E. Passemard* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Les terrasses alluviales de l'Euphrate et les industries qu'elles contiennent.**

Sur les bords de l'Euphrate se rencontrent un certain nombre de niveaux alluviaux appartenant à d'anciennes nappes qui s'échelonnent à des altitudes voisines de 15, 30, 60 et 100 m. et sont par conséquent comparables à celles décrites par Depéret, Lamothe, Chaput, etc., et par l'auteur lui-même pour la Nive et le Sébou, ce qui est remarquable pour un fleuve qui se jette dans le bassin Indien.

La terrasse de 30 m. (27 m.) renfermait un instrument biface de type chelléen.

CYTOLOGIE. — *Mlle Laura Kaufman* (prés. par M. Henneguy). — **Effet du jus embryonnaire hétérogène sur la rapidité d'émigration des cellules et les premiers stades de croissance des cultures de tissus.**

La croissance du Canard étant beaucoup plus rapide que celle du Poulet, l'auteur a recherché si cette différence se manifeste aussi dans les fragments de tissus de ces Oiseaux, mis en culture *in vitro;* et en ce cas si cette différence est due à la structure morphologique des cellules ou à des substances contenues dans les extraits de tissus..

Les chiffres obtenus semblent indiquer d'une part une certaine augmentation du taux d'accroissement du cœur d'embryon de Poule dans l'extrait embryonnaire du Canard, d'autre part un ralentissement du développement du cœur de Canard dans le jus embryonnaire du Poulet.

En résumé, le jus de Canard stimule l'émigration cellulaire plus fortement que le jus de Poulet.

BIOLOGIE. — *Paul Camboué* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Prolongation de la vie chez les papillons décapités.**

Il résulte des observations et expériences sur deux papillons de Madagascar (*Borocera madagascariensis* et *Antheræa Suraka*) que la décapitation ou ablation de la tête, et partant le défaut d'intégrité des centres nerveux céphaliques, bien loin d'abréger la durée de la vie, longévité ou survie chez l'insecte décapité, la prolonge au contraire et la fait plus durable que chez l'insecte de type normal.

PSYCHOLOGIE ANIMALE. — *Baptiste Roussy* (prés. par M. d'Arsonval). — **Faits psychiques insolites et frappants manifestés par une série d'araignées du genre *Epeire diadème*, pour tendre leurs toiles dans le plan vertical.**

L'auteur ayant eu l'occasion d'observer longuement une trentaine d'Epeires diadèmes dans la construction de leurs toiles, expose, dans cette Note, avec figures à l'appui, un procédé étonnant inventé par ces Araignées pour tendre leurs toiles dans le plan vertical, au moyen d'une sorte de fil à plomb qu'elles raccourcissaient ensuite de plusieurs façons.

Ces faits semblent conscients et raisonnés, calculés et voulus, et non de pures manifestations mécaniques et aveugles de l'instinct animal habituel.

PHARMACODYNAMIE. *F. Henrijean* et *W. Kopaczewski* (prés. par M. Charles Richet). — **Recherches sur la composition de la scille et son principe tonicardiaque.**

Le corps isolé de la scille, correspondant à la formule $C^{11}H^{22}O^{11}$, appartient par ses propriétés physiologiques au groupe des médicaments cardiaques typiques et semble représenter le principe actif de cette plante, chimiquement caractérisé et physiologiquement contrôlé. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie de Médecine. — L'Académie de Médecine est autorisée à accepter le legs qui lui a été fait par M. Louis Desnos, membre de l'Académie, d'un titre de rente de 1.200 francs à charge de fonder un prix triennal de 3.600 fr. qui sera décerné à un docteur en médecine ou à un interne des hôpitaux de Paris pour accomplir une mission scientifique à l'étranger.

Le centenaire de Laënnec. — Le centenaire de la mort de Laënnec, le créateur de l'auscultation médicale, vient d'être célébré à Ploaré (Finistère). Plusieurs discours ont été prononcés au cimetière, où est inhumé le célèbre médecin, et au manoir de Kerlouarnec où il mourut. En raison des vacances, les cérémonies du centenaire ont été reportées au 15 décembre prochain.

Le IIIe Salon de la T. S. F. — Le IIIe Salon de la T. S. F. se tiendra au Grand Palais du 23 au 31 octobre prochain.

Office national des Combustibles liquides. — Des épreuves d'automotrices à gazogènes, employées par les chemins de fer départementaux, sont organisées par l'Office national des Combustibles liquides avec le concours de l'Office national des Inventions. Elles auront lieu à partir du 1er juillet 1927 et comprendront des essais au banc et des essais pratiques sur rails. Elles compléteront les épreuves organisées par le Ministère de la Guerre, en avril 1927, pour l'attribution de primes aux camions gazogènes.

Exposition de motoculture de Buc. — Une Exposition de motoculture aura lieu à Buc (Seine-et-Oise) du 5 au 10 octobre prochain. Elle est organisée par le Ministère de l'Agriculture, avec la collaboration du Ministère de la Guerre et de l'Office agricole départemental de Seine-et-Oise. Elle aura lieu en même temps et sur le même terrain que la Semaine de Motoculture. L'Exposition comprendra les sections suivantes :

1° Tracteurs agricoles et moteurs agricoles fixes munis de gazogènes, ayant pris part aux expériences prévues par l'arrêté (A) de ce jour;

2° Camions militaires à gazogènes présentés par le Ministère de la Guerre;

3° Appareils mobiles pour la carbonisation du bois, en forêt, présentés en état de fonctionnement;

4° Appareils d'abatage mécanique des bois, présentés en état de fonctionnement si possible;

5° Appareils de labourage électrique, en état de fonctionnement;

6° Appareils de drainage mécanique, également en état de fonctionnement si possible.

Exposition de Saint-Etienne. — La IXe Exposition de nouveautés industrielles, organisée par l'Union des Inventeurs de la Loire, aura lieu du 26 septembre au 17 octobre 1926, à Saint-Etienne (Loire).

Pour tous renseignements s'adresser à l'Union des Inventeurs de la Loire, 11, place de l'Hôtel-de-Ville, à Saint-Etienne.

La liste d'inscriptions sera close le 19 septembre 1926.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Facultés des Sciences. — L'article 2 du décret du 4 janvier 1921 est remplacé par les dispositions suivantes :

« Le nombre des professeurs titulaires sans chaire, nommés dans ces conditions dans une même Faculté, ne peut excéder le tiers des membres du conseil de ladite Faculté pourvus de chaire. Dans les Facultés des sciences et les Facultés des lettres, ce nombre pourra être augmenté après avis de la section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique, sans jamais dépasser la moitié. » (*J. O.*)

Université de Paris. *Faculté des Sciences.* — M. Mailhe, professeur de chimie industrielle à la Faculté des Sciences de Toulouse est nommé, à compter du 1er novembre 1926, professeur d'Etudes des combustibles à la Faculté des Sciences

Digitized by Google

de Paris. Cette chaire créée par décret du 28 juillet 1926 est fondée par la Ville de Paris.

— Le directeur de l'Ecole normale est autorisé à accepter la donation de 1.500 francs de rente française faite par M. et Mme Prévost pour la fondation d'un prix annuel qui prendra le nom de « Prix Fred-Prévost ».

Ecole supérieure d'Electricité. — Le jury d'examens de sortie a accordé, dans sa séance du 29 juillet 1926, le diplôme d'Ingénieur-Electricien à 194 élèves.

Ecole coloniale. — M. Max Outrey, directeur de l'Ecole coloniale, est admis à faire valoir ses droits à la retraite à compter du 1er août 1926.

Institut national agronomique. — Le coefficient de l'épreuve facultative orale d'agriculture du Concours d'admission est porté de 1 à 2 ; le total des coefficients des épreuves orales de ce concours est, en conséquence élevé de 18 à 19. Ces dispositions entreront en vigueur à compter du 1er janvier 1927. (*J. O.*)

Ecole supérieure du Génie rural. — Un concours pour l'admission comme élève libre s'ouvrira le 20 septembre 1926. Le nombre des places mises au concours est fixé à cinq.

Les demandes d'admission au concours, accompagnées des pièces exigées devront parvenir avant le 10 septembre 1926 au Ministère de l'Agriculture, direction générale des Eaux et Forêts (bureau du Génie rural).

Pour tous renseignements complémentaires concernant les conditions d'admission, le programme du concours et celui de l'enseignement donné à l'Ecole supérieure du Génie rural, les candidats devront s'adresser au secrétariat de cette Ecole, 19, avenue du Maine, Paris (XVe).

Ecole nationale des Eaux et Forêts. — M. Vaillant, inspecteur des Eaux et Forêts, chargé du cours de Législation et Jurisprudence à l'Ecole nationale des Eaux et Forêts, est chargé, à titre temporaire, et pour l'année scolaire 1926-1927, du cours d'Economie forestière et d'aménagement.

Ecole spéciale des Travaux publics. — L'Ecole a décerné, promotion 1925-1926 : 70 diplômes d'Ingénieurs des Travaux publics, 17 diplômes d'Ingénieurs architectes, 33 diplômes d'Ingénieurs électriciens.

Ecole préparatoire de médecine et de pharmacie de Poitiers. — Un concours s'ouvrira le 17 février 1927 devant la Faculté mixte de médecine et de pharmacie de l'Université de Bordeaux pour l'emploi de professeur suppléant à la chaire de Pharmacie et de Matière médicale à l'Ecole préparatoire de médecine et de pharmacie de Poitiers.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Précis de Mécanique rationnelle à l'usage des élèves des Facultés des Sciences, par Georges Bouligand, professeur de Mécanique rationnelle à l'Université de Poitiers. Tome I, avec un choix de problèmes proposés à la licence et à l'agrégation et rédigés par M. Jean Dollon. In-8°, de VIII-282 pages, Paris, Vuibert, 1925.

Sous une forme réduite, le précis de M. Bouligand contient un exposé complet de tous les résultats classiques de la dynamique rationnelle; en outre, de nombreuses applications familiarisent le lecteur avec la mise en œuvre des théorèmes : c'est dire l'importance du volume pour les étudiants de nos Universités.

Ce sont les méthodes vectorielles qui ont permis à l'Auteur de concilier aussi heureusement la concision et la clarté. Les principes de ces méthodes sont exposés dès le début au chapitre I. En trois pages la théorie des vecteurs glissants est complètement développée, sans qu'il soit besoin d'aucun axe de coordonnées — ni d'aucune figure, aurait pu constater Lagrange... La propriété caractéristique des champs de moments fournit l'introduction naturelle à la cinématique du solide (Ch. II), auxiliaire essentielle de la dynamique; deux exercices importants sur le roulement d'une sphère et le roulement d'un cerceau mettent en garde le lecteur contre les erreurs d'interprétation fréquentes chez les novices, et lui apprennent aussi que, contrairement aux traditions reçues il peut être avantageux de rapporter la rotation aux axes fixes. Le chapitre III groupe élégamment une série de résultats sur le moment cinétique, la force vive, le théorème de Kœnig, les moments d'inertie et le problème de Poinsot. Vient alors (Ch. IV) l'exposé des principes généraux de la mécanique que l'Auteur rattache au problème des n corps, comme par un hommage implicite au rôle historique de l'Astronomie dans l'évolution de la Mécanique.

Après quelques mots sur les six équations universelles et les mouvements parallèles à un plan fixe, l'Auteur aborde délibérément les méthodes de la dynamique analytique, qui relient les lois du mouvement à un principe d'économie : extremum d'une intégrale, géodésiques, équations intrinsèques, équations de Lagrange pour un point matériel libre ou soumis à des liaisons géométriques simples; puis dynamique des systèmes, théorie des liaisons bi- et unilatérales, calcul des forces de liaison par la méthode des multiplicateurs, tous ces résultats sont présentés avec autant de simplicité que de rigueur dans le Chapitre V. Leurs conséquences classiques relatives à la stabilité, aux petits mouvements, au principe de la moindre action font l'objet du Chapitre suivant, et l'étude analytique du choc et des percussions se trouve excellemment développée au Chapitre VII : ce dernier genre de problèmes, les étudiants l'abordent souvent avec quelque appréhension; désormais, ils procéderont à coup sûr dans cette dynamique en raccourci où l'intégration est inutile. Enfin le Chapitre VIII contient une foule d'applications, les unes d'un caractère classique (problème de Lagrange), les autres empruntées à des examens ou des concours; toutes sont traitées jusqu'au bout, grâce à l'emploi de figuratives planes ou cylindriques qui rendent la discussion intuitive.

Ajoutons enfin, qu'à juste titre suivant nous, l'Auteur laisse de côté la théorie classique du frottement de glissement : ses résultats quelquefois paradoxaux et souvent provisoires ne sont-ils pas plutôt le premier Chapitre de la Mécanique des milieux naturels ?

Peut-être — et nous le souhaitons bien vivement —, l'exposé de M. Bouligand et les applications qu'il en développe lui-même contribueront-ils à dissiper la méfiance qui s'attache chez certains esprits aux méthodes de la mécanique analytique; ces méthodes, il est de bon ton de les réduire à la formation des équations de Lagrange, à un banal calcul de force vive, et l'on ne se prive pas, parfois, de critiquer le grand géomètre d'avoir tant travaillé pour éviter tout nouvel effort à ses disciples... Les équations de Lagrange n'est-ce pas le type de ces formules générales qu'il faudrait avoir le courage de ne jamais enseigner et qu'il faut bien se garder de mettre en pratique — du moins si l'on tient à sa réputation ? Qu'un candidat songe immédiatement à appliquer le théorème du moment cinétique, et le voilà tout

Digitized by Google

de suite bien coté par certains examinateurs; mais qu'il ait l'imprudence de parler d'un groupe de déplacements compatible avec les liaisons, et de choisir ses paramètres q_k en conséquence, sera-t-il aussi favorablement noté ? — Ne rouvrons ici aucune discussion; constatons seulement que, s'il est vrai que toute méthode d'enseignement est bonne qui force l'élève à réfléchir, l'ouvrage de M. Bouligand consacre implicitement l'excellence des procédés de la dynamique analytique; s'il est exact encore qu'il n'y a de Science que du général, doit-on condamner un mode d'exposition qui rattache les problèmes de la mécanique à ceux de l'énergétique et de la physique mathématique ? Doit-on exclure une méthode qui n'empêchera aucunement l'élève d'étudier plus tard les applications concrètes, mais qui l'aura préparé, par avance, à la discussion des transformations récentes de la mécanique ?

A un autre point de vue, n'oublions pas enfin le Chapitre complémentaire de l'ouvrage : il conduit le lecteur au seuil des recherches de MM. Cartan, Painlevé, Hadamard; l'élève voit ainsi s'ouvrir devant lui de nouveaux horizons dans la direction de la structure formelle des équations de la dynamique, de leur intégration qualitative et de l'*analysis situs*. Il faut donc souhaiter à l'exposé si vivant de M. Bouligand la plus large diffusion afin que s'accroissent le renom et l'éclat de la Science et de l'enseignement français.

René GARNIER.

Manuel pratique du Radium, par Félix COLOMER. In-8° de 252 pages, 30 figures. Editions d'actualités, 39, avenue de Saint-Mandé, Paris, 1926. — Prix : 25 francs.

Comme son sous-titre l'indique, ce nouvel ouvrage de M. Colomer est destiné aux agriculteurs, chimistes, ingénieurs, médecins, prospecteurs.

Quelques mots d'historique, l'etude des propriétés physiques ou chimiques du radium. Les sources de radium, la préparation, la mesure de la radioactivité. L'action en thérapeutique humaine : emploi du radium, emploi des boues radioactives. Le radium en thérapeutique végétale, applications diverses.

Cet ouvrage est écrit simplement, pour être mis à la portée de beaucoup de personnes. Il peut rendre beaucoup de services comme initiation à la connaissance du radium et de ses applications. On peut lui reprocher de ne pas avoir assez détaillé la technique pratique des mesures radioactives par exemple, ainsi que l'absence de notes bibliographiques qui permettraient pour chaque article de l'ouvrage de se reporter aux études précises. Ce sont là des inconvénients faciles à corriger dans une autre édition, mais tel qu'il est ce manuel pratique du Radium constitue un ouvrage d'ensemble facile à consulter.

L. R.

The British Pharmaceutical Codex, publié sous la direction du Conseil de la Société de Pharmacie de la Grande-Bretagne. Édition 1923 avec supplément 1925. In-8° relié de 1.680 pages. The Pharmaceutical Press, Bloomsburg Square 17, London WC 2. — Prix : 30 sh.

Tous ceux qui, à un titre quelconque, s'occupent de pharmacologie et de thérapeutique auraient intérêt à compléter notre Codex par la Pharmacopée britannique. Ils trouveront dans celle-ci un nombre considérable de renseignements qu'ils ne pourraient puiser dans le nôtre, d'abord pour la bonne raison que beaucoup de médicaments très usités en Angleterre ne sont guère employés chez nous — et inversement —, ensuite parce que l'ouvrage anglais s'adresse aussi bien aux médecins qu'aux pharmaciens. Pour chaque médicament on n'y donne pas seulement l'origine, le mode de préparation, les caractères et les formes officinales, mais on y indique également les constituants, les propriétés thérapeutiques et les usages.

Le Codex proprement dit, qui est en même temps une sorte de dictionnaire des substances médicamenteuses, occupe les 1.174 premières pages; le formulaire qui lui fait suite s'étend sur 344 pages. Le reste du volume est consacré à des tableaux de constantes et de données numériques, à un memento thérapeutique, à des suppléments et notamment à une liste de médicaments spécialisés avec l'indication de leur composition chimique et des doses auxquelles on peut les administrer. Ajoutons que la table des matières de cet ouvrage ne comporte pas moins de 107 pages sur trois colonnes; cela donne la mesure de l'importance du Codex Britannique et du nombre considérable de sujets qui y sont abordés. Il est vraiment regrettable que les circonstances rendant si onéreuse, chez nous, l'acquisition d'un tel recueil, car celui-ci a réellement sa place marquée dans la bibliothèque des médecins et pharmaciens français, entre notre Codex et notre « Dorvault ».

A. BERTHELOT.

La Réforme agraire en Russie, par A. DAUDÉ-BANCEL. In-8° de 192 pages. Éditions de la Bonne Idée, 152, rue de Vaugirard, Paris. — Prix : 15 francs.

La Réforme agraire a toujours été la préoccupation dominante chez tous les Russes : riches ou pauvres, conservateurs ou révolutionnaires. Elle a été le facteur essentiel de la grande Révolution qui a ébranlé la Russie. Il importe donc d'en connaître les causes profondes et les résultats. C'est ce qu'a fait d'une façon tout à fait objective l'auteur de ce livre.

Pour y arriver, il part des premières velléités de Réforme agraire depuis Catherine la Grande à nos jours. Il étudie l'émancipation des serfs et ses conséquences. Il montre les espérances et les déceptions qui se sont manifestées et les résultats qui ont été obtenus sous les tzars. Puis il expose les causes du dépérissement de la terre russe, et la situation catastrophique occasionnée par les impôts écrasants payés par les moujiks.

L'auteur nous fait assister aux timides et tardives tentatives de réforme agraire réalisées sous les tzars peu avant la grande guerre et la grande Révolution. Il analyse la réforme sous les mencheviks (gouvernement provisoire) et le « partage noir » sous les bolcheviks. Avec lui nous comprenons les raisons de la famine endémique en Russie et pourquoi le gouvernement bolchevik continue d'écraser d'impôts les infortunés moujiks.

De ce grand chaos, qui laisse la Russie écartelée et pantelante, que résultera-t-il ? Ce pays de 130 millions d'habitants, qui en a perdu 26 millions par la guerre, la Révolution et la famine, pourra-t-il se reconstituer ? M. Daudé-Bancel nous montre comment il le pourrait.

L'ouvrage qu'il publie aujourd'hui fournit aux économistes une abondante documentation qui le rend indispensable à tous ceux qui se préoccupent, à juste titre, de l'avenir de la Russie.

L. FT.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : LOUIS FRANCHET

N° 17 — 64e ANNÉE — 11 SEPTEMBRE 1926

FAITS ET THÉORIES D'ASTRONOMIE SIDÉRALE ET PLANÉTAIRE

Je me propose de présenter dans ses traits essentiels le tableau de l'astronomie sidérale et planétaire, de dire en gros comment aujourd'hui on voit et interprète le ciel. Je parlerai peu des méthodes et des instruments, c'est dire que je m'attacherai surtout aux résultats, aux faits bruts et aux théories nécessaires à leur intelligence, d'autant plus nécessaires que nous avons besoin d'éléments d'unité pour reconnaître ce monde des étoiles, d'exploration compliquée et difficile et où la question fondamentale est de savoir si les étoiles poursuivent des destinées individuelles, à peu près indépendamment les unes des autres ; ou si, au contraire, comme l'a pressenti W. Herschell, leurs particularités dépendent — et à quel degré — de leurs actions réciproques ou de l'action diversifiée d'un même principe général qui ordonne l'univers tout entier et qui en fait comme quelque chose d'organique et de vivant.

Je commencerai par les faits que la vue simple permet de découvrir.

Étoiles et Planètes. — Or, l'observation du ciel à la simple vue y montre bientôt deux espèces d'astres : étoiles et planètes. Les étoiles sont des points lumineux tremblotants, à lumière vive qui présentent cette particularité frappante de former entre elles une figure invariable et comme un solide qui ne se déforme pas. D'où le nom de fixes qu'on leur a donné.

Les planètes ont naturellement des caractères opposés ; leur lumière est terne, sans éclats et de plus elles sont en mouvement plus ou moins rapide sur le fond du ciel formé par le réseau des étoiles comme une araignée sur sa toile. C'est pourquoi on les appelle planètes, d'un mot grec qui veut dire : qui erre. Et, en effet, à les suivre de jour en jour, on les voit marcher dans un sens, s'arrêter, revenir sur leurs pas, pour repartir dans leur première direction, décrire des bouclés et des sinuosités, et recommencer.

Constellations. — Je vais m'occuper d'abord des étoiles. Si on compte les étoiles visibles à l'œil, on en trouve, d'après Kapteyn, environ 7.000, d'autres vont jusqu'à 10 ou 12.000 au grand maximum. On sait qu'elles forment des constellations, c'est-à-dire des figures plus ou moins naturelles, dont les principales sont connues depuis très longtemps, même depuis la préhistoire (Grande Ourse). On en trouve qui sont énumérées sur des briques babyloniennes remontant à 3.000 ans avant J.-C., et la « Légende de la Création » qui date d'Assurbanipal (— 650) en énumère 36 : 12 boréales, 12 zodiacales et 12 australes. Les constellations sont donc d'origine probablement sémitique. Ces groupes bien entendu sont purement accidentels, au moins la plupart du temps, et n'ont d'autre intérêt que de découper le ciel en régions commodes pour y situer grossièrement les phénomènes qui s'y passent ; comme on fait des événements terrestres en disant qu'ils ont lieu dans tel ou tel pays.

Scintillation. — On sait aussi que les étoiles scintillent. La scintillation est un tremblement de l'étoile et aussi un changement de couleur que l'on fait apparaître très facilement en frappant à petits coups avec le doigt sur le corps d'une jumelle dans laquelle on observe l'étoile. Alors l'image décrit

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

**

Digitized by Google

une courbe irrégulière formée d'arcs différemment colorés. Cette scintillation tient à l'atmosphère terrestre et à ses inégalités le long du chemin parcouru par les rayons lumineux provenant de l'étoile. Arago l'a reproduite expérimentalement, Montigny s'est occupé de son observation assidue : elle dépend de l'état de l'atmosphère, de ses agitations, de son humidité, de son état électrique, cyclonique, des poussières qu'elle contient ; c'est ainsi que les fumées des usines la réduisent beaucoup. Exner l'a soumise au calcul et a cherché à évaluer les déformations d'une onde plane arrivant aux limites de l'atmosphère et y cheminant jusqu'à l'observateur. L'onde prend des creux et des bosses, elle ondule constamment. Aux creux vers l'observateur correspondent des renforcements de lumière, aux bosses des affaiblissements. Or, creux et bosses, à un instant donné, diffèrent suivant la radiation ; le rouge peut être renforcé alors que le bleu est affaibli, etc..., d'où les variations de couleur.

Grandeurs. — Enfin les étoiles n'ont pas le même éclat ; elles ont des grandeurs ou des magnitudes (*mg*) différentes déjà définies par les Grecs avec leur précision habituelle. Ils avaient partagé les étoiles visibles à l'œil nu en 6 grandeurs, de telle sorte que l'impression produite sur l'œil en allant de la grandeur 1 à la grandeur 2 fut la même que celle qui résulte du passage de la grandeur 2 à la grandeur 3 et ainsi de suite. Or, la définition, pour vague qu'elle paraisse, est précise et il y a concordance sur l'attribution des grandeurs entre les divers observateurs. Mais la question s'est surtout précisée lorsque les Herschell (fin XVIII^e^ et commencement XIX^e^ siècle) eurent fondé la méthode des *séries*, devenue celle des *degrés*. Le degré est la plus petite différence d'éclat perceptible entre deux étoiles, et en procédant de proche en proche, on peut classer les étoiles par degrés sans le secours d'aucun instrument, du moins pour les étoiles faibles, à partir de la 3^e^ ou 4^e^ *mg*. Pour les autres, les procédés photométriques sont au contraire à peu près nécessaires. De longues études, dont il faut savoir gré à des astronomes tels que Herschell, Argelander, Bessel, Struve, Gould, Auwers, Schonfeld, études d'une utilité incontestable pour permettre des comparaisons et des découvertes ultérieures ont enfin permis de fixer le degré à un dixième de grandeur et ont montré qu'on pouvait écrire, m étant la grandeur et E l'éclat correspondant :

$$m = -2{,}5 \log. E_m.$$

C'est la formule de Pogson.

L'éclat 1 (Véga) correspondant à la grandeur 0 ; formule d'où on conclut, E_{m+1} et E_m étant les éclats des étoiles de *mg* ($m + 1$) et m

$$\frac{E_m}{E_{m+1}} = 2{,}512$$

Ce qui veut dire que l'éclat des étoiles de la 5^e^ grandeur, par exemple, est 2,512 fois plus grand que celui des étoiles de la *mg* 6. Il résulte de cette loi que l'éclat augmente de 100 fois sa valeur quand on passe par exemple de la 6^e^ à la 1^re^ grandeur ; d'une manière générale, quand on franchit 5 échelons de grandeur. Quel est maintenant le rapport du nombre des étoiles de la *mg.* $m + 1$ au nombre des étoiles de la *mg. m*? Si les étoiles étaient identiques et uniformément distribuées dans l'espace ce rapport devrait être égal à 3,98. Or, de la 1^re^ à la 2^e^ *mg.* il n'est que de 3,7 et il va en diminuant d'une manière continue quand le nombre qui exprime la grandeur augmente, n'étant que de 3,2 entre la 6^e^ et la 5^e^ *mg.* Nous en verrons la conséquence.

Instruments. — Tel est à peu près ce que l'on peut voir à l'œil nu. Mais depuis l'invention des lunettes nos investigations se sont considérablement étendues. J'aurai occasion souvent de parler des grands Observatoires des États-Unis ; fort bien installés et abondamment pourvus. En tête viennent les Observatoires Californiens du Mont Hamilton : Lick observatory et du Mont Wilson. Le premier est à l'altitude de 1.283 mètres et tous les astronomes connaissent son réflecteur Crossley, de 0 m. 92 et sa lunette de 0 m. 91. Le second possède le plus grand télescope du monde, de 100 pouces (2 m. 50 environ). Il a encore un autre réflecteur, de 60 pouces (1 m. 50) et est établi à l'altitude de 1.731 mètres. Il faut citer aussi Harvard College, dépendant de Boston, l'Observatoire Yerkes, à Chicago, avec sa lunette de 1 m. 05, Allegheny, Washington.

Des instruments auxiliaires : chambres noires, stéréocomparateurs, spectroscopes, sont adjoints à ces grands instruments dont il vient d'être question. La pratique de la photographie céleste a fait faire de grands progrès à l'astronomie, la plaque photographique pouvant enregistrer d'autant plus d'objets célestes qu'on prolonge les temps de pose. Elle pénètre ainsi plus loin que la vision directe.

Nombre des Étoiles (Tableau I). — Le nombre des étoiles connues s'est donc immensément accru, depuis un demi-siècle surtout. D'après Harvard College la vue aidée des grands instruments actuels, dont le grossissement atteint 3.000, permet d'en apercevoir de 60 à 70 millions jusque vers la 17^e^ *mg.* ; et la plaque photographique, pénétrant jusqu'à la *mg.* 20, en révélerait, d'après le Mont Wilson, de 1 à 2 milliards, mettons 1 milliard 1/2, soit autant d'étoiles au ciel que d'hommes sur la

Digitized by Google

terre. Or, le rapport $\frac{N_{m+1}}{N_m}$, passé de 3.7 à 3,2, quand on va des *mg.* 1 et 2 aux *mg.* 5 et 6, ne cesse de diminuer jusqu'aux *mg.* 19 et 20 et tombe à 1,6 entre ces *mg.* extrêmes. D'où l'on conclut que le nombre total des étoiles doit être fini et avec lui l'univers stellaire, si la diminution constatée du rapport en question ne tient qu'aux étoiles mêmes et non à une cause étrangère. On a, du reste, d'autres raisons de croire ce monde fini. J'ajoute que le nombre d'étoiles de la *mg. m* peut s'exprimer en fonction de *m* seulement par une formule due à deux astronomes de Greenwich, Chapman et Melotte, qui est de la forme :

$$N_m = \alpha \int_{-\infty}^{\beta(m-\gamma)} e^{-x^2} dx$$

formule qui n'est d'ailleurs, strictement, qu'une manière simplifiée d'écrire le tableau donnant les nombres d'étoiles correspondant à chaque *mg.*

Répartition (Tableau I). — Or, ces étoiles ne sont pas réparties uniformément dans le ciel. On connaît la Voie lactée : étroit nuage faiblement lumineux qui fait le tour du ciel et qui donne, dit Faye, l'impression d'un ruban déchiré en lambeaux, Ses limites sont comme flottantes en effet et incertaines ; il est très irrégulier, séparé en deux branches sur un tiers de sa longueur, du Cygne au Scorpion, et il présente des parties brillantes et d'autres plus sombres. Les Herschell entre autres ont démontré que, vu sous de forts grossissements, ce nuage se résolvait en étoiles, qu'il était donc composé d'une multitude d'étoiles et, prenant le plan moyen de la Voie lactée ou plan galactique pour base ils ont effectué 7.300 jauges célestes destinées à étudier la répartition des étoiles par rapport à ce plan. Les résultats sont les suivants : le nombre des étoiles, jusqu'à la *mg.* 15, visible dans un champ de 15' de diamètre, celui de leur instrument, qui est égal à 5 aux pôles de la Voie lactée, devient égal à 56 au voisinage du plan galactique ; ce qui démontre que pour l'ensemble des étoiles ce plan galactique est une région de densité maximum, de part et d'autre de laquelle la distribution diminue symétriquement. De plus, les Herschell ont remarqué que la proportion des étoiles galactiques aux étoiles éloignées de la Voie lactée augmentait à mesure que la *mg.* augmentait, ce qui doit être si la Voie Lactée est un disque plat ; car alors seules les étoiles proches de nous, donc de faible *mg.*, doivent apparaître dans toutes les directions et leurs vues ont été confirmées par toutes les recherches ultérieures, en particulier par celles de l'astronome italien Schiaparelli et par Seeliger.

TABLEAU I

Nombre d'* dans champ de 15' jusqu'à mg 15		Nombre d'*	
Latitude galactique	Nombre	Mg	Nombre
± 90° à ± 75°	5	0	3
± 75° à ± 60°	6	3	130
± 60° à ± 45°	8,5	6	4 700
± 45° à ± 30°	13,5	9	140.000 $\} \frac{9}{6} = 30$
± 30° à ± 15°	25	12	2.600.000
+ 15° à — 15°	56	15	28.000.000
Plan galactique	122	18	200.000.000 $\} \frac{18}{15} = 7$
		20	530.000.000

Classes spectrales. — Puisque nous ne connaissons les corps célestes que par leur lumière, l'analyse de cette lumière, *à priori*, doit être féconde en renseignements. Et, en effet, les spectres des corps célestes pourraient bien être pour ces corps ce que la fleur et les modes de reproduction se trouvent représenter pour les végétaux ; c'est-à-dire qu'ils pourraient permettre de les classer ; de telle sorte que la simple connaissance de la classe spectrale à laquelle appartient un corps céleste nous renseignerait à elle seule sur les propriétés et les caractères principaux de ce corps, sur ses propriétés non seulement chimiques ou physiques, mais même mécaniques et géométriques, et sur ses relations avec d'autres corps célestes. Pour cela il faut d'abord obtenir ces spectres. Or, nous sommes relativement très riches sur cette matière. C'est encore à Harvard College que nous devons, sous la direction de Pickering, un catalogue qui ne contient pas moins de 70.000 spectres classés et analysés de toutes les espèces des corps célestes jusqu'aux étoiles de la *mg.* 8. Ces spectres, il me faut de toute nécessité les faire rapidement connaître (Tableau II). Ils sont dénommés par des majuscules qui se rapportent

Digitized by Google

à 10 classes principales. La première est la classe P. Un spectre de la classe P n'a rien d'un spectre solaire, c'est-à-dire, si on veut, d'un arc-en-ciel. Il n'a pas de fond continu ; seulement, quelques lignes brillantes attestant des gaz à de très hautes températures. Ces sortes de spectres se rapportent, en effet, non à des étoiles, mais à des *nébuleuses*. Nébuleuse cela veut dire petit nuage et les nébuleuses à lignes brillantes je les appelle nébuleuses vraies, on verra pourquoi vraies. Elles ont des aspects très divers depuis les immenses nébu-

définissent des états de transition entre nébuleuses et étoiles proprement dites. Le fond continu apparaît mais il reste des lignes brillantes, qui deviennent même des bandes brillantes dans la classe O, celle des étoiles Wolf-Rayet, du nom des deux astronomes français à qui on doit leur découverte, Ces Wolf-Rayet sont très particulières ; on en connaît plus de 100.

Ensuite viennent les spectres stellaires proprement dits. Ils se rapportent successivement aux étoiles bleues, jaunes, enfin rouges ; ce qui montre

TABLEAU II

Classe Spectrale	Spectres	Corps correspondants	Températures superficielles	Vitesses moyennes (1.200)	Doubles visuelles (164 couples)	
P	Spectre de *lignes* brillantes.	Nébuleuse amorphe.	> 15 000°	0 km		
Q	id.	Étoiles à lignes brillantes.			0	
O	*Continu* faible et *bandes* brillantes.	Étoiles Wolf Rayet.				
B	Spectre *continu* et *raies* d'absorption dont le nombre augmente de la classe B à la classe K.	Étoiles bleues, à hélium.	> 12.000°	13 km	4	Doubles photom. et courant I. K.
A		Étoiles bleues, à hydrogène.		22		
F		Étoiles jaunes-bleuâtres, à calcium.		29	131	
G		Étoiles jaunes, métalliques.	6.000°	30	28	
K		Étoiles jaunes rougeâtres métalliques.		33,5		
M	*Bandes* d'absorption.	Étoiles rouges, à oxyde de titane.	3.000°	34,5	1	Courant II K.
N	id.	Étoiles très rouges, à carbone.	2 000°			

losités qui couvrent de grands espaces célestes, comme celles d'Orion et des Pléiades, qui sont à proprement parler sans forme définie, jusqu'aux nébuleuses planétaires, stellaires, annulaires, simplement dénommées ainsi à cause de leurs aspects, étant bien entendu qu'elles sont toujours formées de gaz très chauds. Les planétaires par exemple se présentent dans les lunettes sous forme de disque comme les images des planètes ; mais il n'y a aucune parenté entre ces deux sortes de corps. On a cependant des raisons de penser que sous cette identité, il y a de grandes différences entre les nébuleuses amorphes et les nébuleuses planétaires. Or, ces nébuleuses vraies sont réparties dans le ciel comme les étoiles, c'est-à-dire que leur nombre est maximum au voisinage de la Voie Lactée et dans la Voie Lactée, qu'il diminue vers les pôles galactiques.

Les deux classes spectrales qui suivent Q et O

une corrélation entre le spectre et la couleur. Les spectres sont alors constitués par un fond continu interrompu, coupé par des lignes d'absorption, qui sont de plus en plus nombreuses, on dit que le spectre se complique, des types B : étoiles bleues aux types K : étoiles jaunes rougeâtres. Les lignes d'absorption sont enfin remplacées par des bandes d'absorption dans les types M et N. Ces différents types ont encore été caractérisés par le corps qui correspond aux lignes d'absorption qui y sont prépondérantes. On a ainsi les étoiles à hélium, à hydrogène, à calcium, à métaux ; enfin, à oxyde de titane et à carbone. Le spectre ici indique la nature des corps principaux qui constituent l'étoile à laquelle il se rapporte. C'est une deuxième indication que donne le spectre

Températures. — En voici une troisième : le spectre est lié aux températures. Les températures

Digitized by Google

des corps célestes se déterminent de trois manières. Je commence par celle où le spectre n'est pas employé. Elle consiste à appliquer aux étoiles la loi de *Stéphan*, d'après laquelle le rayonnement du corps noir est égal à aT^4, a étant une constante et T la température absolue. Pour cela, il faut mesurer le rayonnement du corps. On y parvient par l'emploi de piles thermiques, de piles au sélénium, ou de radiomicromètres et de radiomètres. Ces instruments sont d'une sensibilité extraordinaire. Nichols, à l'Observatoire Yerkes, a construit un radiomètre qui, convenablement associé à un miroir de 60 centimètres environ a pu déceler, pense-t-il, le 10 millionième de degré centigrade ; Coblentz à l'Observatoire Lick imagine un appareil constitué par un thermo-couple et un galvanomètre qui doit révéler la présence d'une bougie à plus de 100 kilomètres. On compte ainsi pouvoir apprécier le rayonnement des étoiles jusqu'à la 4e *mg*. La physique est admirable et sans elle les astronomes seraient désarmés.

Une deuxième méthode utilise la loi de *Wien* :

$$\lambda_m T = \text{Constante.}$$

λ_m, ici, c'est la longueur d'onde de la radiation la plus éclatante du spectre du corps étudié ; c'est-à-dire la longueur d'onde du maximum d'éclat du spectre ; maximum qui se déplace vers le violet quand la température augmente ; puisqu'alors λ_m diminue. La constante est égale à 28.000.000, λ_m étant en angstroms. La recherche de la radiation maximum se fait au moyen de photomètres par exemple avec le photomètre hétérochrome de Nordmann, astronome français. Le troisième moyen d'avoir les températures consiste à observer l'aspect du spectre ; car le spectre d'un même élément diffère suivant que le spectre est obtenu au moyen de la flamme, ou au moyen de l'arc, ou au moyen de l'étincelle électrique. Le spectre de l'étincelle en particulier contient des lignes *renforcées* (enhanced lines) par rapport à celui de l'arc dont la température est de 3.500°.

Or, ces trois méthodes s'accordent suffisamment et montrent que si les nébuleuses amorphes ont des températures très élevées, dépassant 15.000°, ces températures ne cessent de diminuer quand on descend l'échelle des spectres, des classes P aux classes M, N.

C'est ainsi que les étoiles bleues ont une température superficielle — car nous ne connaissons rien des températures internes bien entendu (Eddington cependant, par la théorie cinétique des gaz, estime à plusieurs millions de degrés les températures centrales des grosses étoiles gazeuses) — de l'ordre de 12.000° ; les étoiles jaunes G, dont le soleil, une température de 6.000° ; enfin les étoiles M, N des températures de 3.000° et au-dessous.

Et alors une question se pose, qui est de savoir pourquoi le spectre se complique quand la température diminue et comment peuvent apparaître dans les classes spectrales inférieures des corps insoupçonnés dans les classes plus élevées. On explique généralement ce fait, à la suite de Lockyer, par une dissociation des corps simples aux hautes températures, où ils ne pourraient exister que sous une forme élémentaire de protocorps, sortes de corps en formation ne pouvant se manifester et se stabiliser qu'à des températures plus basses.

Vitesses radiales. Vitesses réelles. — Mais le spectroscope nous mène plus loin. Doppler et Fizeau ont en effet montré que lorsqu'une source lumineuse était en mouvement sur la ligne source-spectroscope, les raies de son spectre subissaient un déplacement sensible, d'où on pouvait conclure la vitesse de la source sur la ligne précitée, vitesse qu'on appelle radiale. Si la source se rapproche, la longueur d'onde est diminuée et les lignes sont déviées vers le violet, si elle s'éloigne la longueur d'onde est augmentée et les lignes vont vers le rouge. Et un prisme de flint de 60°, pour une vitesse de 30 kilomètres à la seconde, dévie la raie D par exemple, de 2'', quantité si appréciable qu'on estime que la mesure des vitesses radiales se fait aujourd'hui à un quart de kilomètre près ou mieux. Tous les jours vérification est faite de l'approximation par l'observation du soleil, des planètes, soit dans leurs mouvements autour du soleil, soit dans leurs mouvements de rotation. De l'observation des vitesses radiales, il est résulté des catalogues dont le principal est dû encore à Lick, dont M. Campbell est le directeur.

Cet observatoire est en mesure de fournir les vitesses radiales de 10.000 corps célestes et M. Campbell n'a pas manqué de tirer des conclusions des 1.200 vitesses qu'il a spécialement étudiées. Il est bien évident que les étoiles ont des vitesses dirigées dans toutes les directions et pas seulement le long des directions dans lesquelles nous les apercevons et Campbell fait d'abord remarquer que les vitesses totales moyennes sont alors le double des vitesses radiales moyennes ; puis mettant ces vitesses totales moyennes en rapport avec les classes spectrales, il découvre que la vitesse moyenne augmente quand on va du spectre des nébuleuses aux spectres les plus compliqués ; c'est-à-dire de la classe P aux classes M et N. Les nébuleuses vraies sont au repos relatif par rapport aux étoiles. Les étoiles rouges sont les plus rapides en moyenne par rapport à l'ensemble des étoiles, leur vitesse moyenne est de 34 k. 5, à côté de 13 kilomètres pour les étoiles de la classe B. La loi confirme alors ce que l'on a trouvé par l'examen des températures. L'allure des variations des températures et des

Digitized by Google

vitesses par rapport aux classes spectrales s'explique en effet en supposant que les étoiles vieillissent et qu'en vieillissant elles se refroidissent en même temps qu'elles vont de plus en plus vite. Car si les étoiles se forment, comme on le pense, dans les nébuleuses amorphes, autour de noyaux de condensation, elles ont à l'origine une très haute température et une vitesse nulle, comme ces nébuleuses. Puis, à mesure qu'elles se constituent et prennent une existence indépendante elles se refroidissent pendant que leur vitesse augmente par suite des accélérations que ne cessent de leur communiquer les champs de forces qu'elles rencontrent sur le chemin de leur destinée ; champs de forces d'ailleurs sans doute très peu variables sur de grands espaces.

Le soleil, étoile comme les autres, a naturellement aussi une vitesse par rapport aux étoiles et Campbell remarque effectivement que, dirigé vers les étoiles d'Hercule, le spectroscope indique que le soleil se rapproche en moyenne des étoiles de cette constellation à la vitesse de 20 kilomètres à la seconde environ ; et réciproquement qu'il s'éloigne des étoiles qui se trouvent dans une direction opposée. Dès lors, il est facile de dépouiller le mouvement d'une étoile particulière de la partie de ce mouvement qui est due à la vitesse du soleil et d'obtenir les vitesses réelles des étoiles. Ce sont ces vitesses qui sont portées dans le tableau que je viens de consulter.

Mouvements propres. — Mais les déplacements des étoiles doivent être aussi apparents dans les directions perpendiculaires aux rayons qui vont de la terre aux étoiles. Autrement dit, les étoiles doivent se déplacer sur la sphère céleste ; la figure qu'elles forment sur cette sphère et qui constitue le fond du ciel, loin d'être indéformable doit se déformer continuellement, essentiellement. C'est bien ce qui arrive. Ces déplacements sur la voûte du ciel on les appelle les mouvements propres, et ils sont connus depuis le XVIII^e^ siècle. Pour les faire apparaître, il suffit de comparer les coordonnées d'une étoile à deux époques différentes, assez éloignées. La détermination de ces coordonnées, quand on l'analyse, revient à déterminer la position d'une étoile par rapport à quelques étoiles dites fondamentales qui servent de repères universels et qui déterminent en particulier la position des plans fondamentaux utilisés comme intermédiaires. Aujourd'hui, du reste, l'intervalle de temps nécessaire pour faire apparaître les petites différences des coordonnées — car les mouvements sont faibles et mêmes très faibles — a pu être très réduit. Il suffit de photographies prises à quelques années d'intervalle pour que l'observation successive rapide des plaques avec un stéréo-comparateur, sorte de stéréoscope d'un genre spécial, où la simple observation stéréoscopique ordinaire, fasse apparaître en relief les étoiles à mouvement propre appréciable, relativement à celles qui n'en manifestent pas, par exemple, parce qu'elles sont trop éloignées. On constitue ainsi des catalogues de mouvements propres. Les plus notables sont celui de Lewis et Benjamin Boss d'Albanyqui contient 6.200 étoiles, nombre qui doit être porté à 20.000, et celui de Bossert, de Paris, qui en contient 5.671. Or, sur ces 5.671 mouvements propres, 5.573 sont $< 1''$ par an et 5 seulement sont $> 5''$.

S'il est incontestable que la sphère céleste se déforme, on voit que la déformation est très lente. D'ailleurs, les plus forts mouvements propres connus appartiennent à des étoiles invisibles à l'œil nu. Ce sont ceux de « l'étoile de Kapteyn », aux environs de la constellation très australe du Navire : *mg.* 8,5 mouvement propre annuel $8'',7$; et de « l'étoile de Barnard », constellation de l'Aigle ; *mg.* 11 ; mouvement de $10'',3$; ce qui, à la distance de cette étoile donne une vitesse de 260 kilomètres à la seconde dans la direction perpendiculaire au rayon vecteur. Cette petite étoile se rapproche d'ailleurs de nous de 91 kilomètres, chaque seconde également.

Il est clair que le mouvement propre défini ci-dessus contient une composante due au mouvement du soleil. Et si on suppose les mouvements réels des étoiles dirigées indifféremment dans toutes les directions, ce mouvement du soleil pourra être mis en évidence par la recherche d'un élément systématique commun aux mouvements propres des étoiles. C'est d'ailleurs ainsi que le mouvement du soleil vers Hercule a été découvert par Herschell. On a peine à imaginer la somme de travaux que des astronomes tels que Bessel, Argelander, Airy, ont entrepris sur cette question. Il en résulte, comme de l'étude des vitesses radiales, que le soleil se déplace bien en gros, car le mouvement est relatif aux étoiles retenues, comme il a été indiqué, et il n'est pas sans intérêt de remarquer que la direction de son mouvement est à peu près parallèle au plan moyen de la Voie Lactée.

Comme la classe spectrale renseigne sur les vitesses on doit s'attendre à une relation entre le spectre et le mouvement propre, et, en effet, là encore, on constate que les étoiles bleues sont à faible mouvement propre et que celui-ci augmente avec la complication du spectre. Cette relation nouvelle va d'ailleurs se préciser d'une manière indirecte, comme nous allons le voir.

Parallaxes. — Auparavant, je dois ouvrir un nouveau chapitre : celui des parallaxes. Parallaxe

Digitized by Google

c'est un autre mot pour distance. Le parallaxe d'une étoile est l'angle maximum sous lequel de l'étoile apparaît la distance soleil-terre; elle est donc inversement proportionnelle à la distance et on dit indifféremment qu'un point céleste est à la distance de un parsec (parallaxe seconde) c'est-à-dire à 3 années, 26 de lumière ou que sa parallaxe est de 1". Cela correspond à une distance égale à 206.265 fois celle de la terre au soleil. Il est évident que les parallaxes sont des éléments qui, pour nous, ont la plus haute importance. De leur connaissance résulterait, en effet, celle des distances mutuelles des étoiles; et ces distances sont nécessaires pour situer avec précision tout ce qui se passe dans l'univers; faute de quoi il manquera toujours quelque chose d'essentiel à ce que nous pourrons dire de ce qui le caractérise. Par malheur, le problème des parallaxes est le plus difficile et le plus décevant de toute l'astronomie et c'est cependant celui sur lequel on s'acharne depuis le plus longtemps, depuis le temps d'Hipparque, 150 ans avant J.-C. Les méthodes cependant ne manquent pas. Il y a des méthodes géométriques qui consistent à construire, comme on fait en géodésie, un triangle; ici le triangle est formé par l'étoile et par les deux positions occupées par la terre, diamétralement opposées, donc atteintes à 6 mois d'intervalle, qui font le mieux apparaître la parallaxe; et ce triangle on le détermine le plus commodément en repérant l'étoile étudiée par rapport à d'autres étoiles angulairement très voisines que l'on a des raisons de supposer beaucoup plus éloignées.

C'est la méthode différentielle, que l'emploi de la photographie rend précieuse. On étudie aussi d'ailleurs les simples variations des coordonnées absolues des étoiles. Mais ici encore le spectre est intervenu pour créer de nouvelles ressources. On trouve, en effet,

$$M = m + 5 \log. \pi$$

où m est la *mg.* apparente, π la parallaxe et où M est la *mg. absolue*, c'est-à-dire la grandeur à l'unité de distance, à un parsec, où la parallaxe est de 1". Si on connaît π la formule donne M. Or, on s'est aperçu que les grandeurs absolues pouvaient être déterminées par l'examen des spectres et dépendaient en particulier pour un même type spectral de l'intensité de certaines raies. Dès lors, le spectre d'une étoile donnant M, la formule donnera π. Malheureusement, le nombre de parallaxes connues directement est trop petit pour permettre de toujours déterminer la relation précise entre M et le type spectral. C'est, en tout cas, en mettant en pratique cet ordre de recherches qu'on a trouvé que les étoiles des classes K, M et N appartenaient à deux groupes, caractérisés par le fait que les grandeurs absolues dans l'un des groupes étaient très supérieures aux grandeurs absolues dans l'autre. α Taureau est 1.100 fois plus lumineuse que la 61^e du Cygne et elles sont toutes du groupe K (K, 5). Mais la raie λ 4.216 strontium est très forte dans α Taureau où la raie 4.455 calcium est très faible; tandis que le contraire a lieu pour la 61^e Cygne. D'où on a conclu dans ces classes K, M, N à des étoiles *géantes* et à des étoiles *naines*. C'est l'astronome américain Adams, du Mont Wilson, qui s'est surtout adonné à ce genre de travaux, lesquels constituent la méthode astrophysique de recherche des parallaxes qui porte son nom.

Le catalogue le plus complet de parallaxes est anglais, il est dû à Walkey (1917). Il ne contient que 625 étoiles. Encore doit on avouer que sur ces 625 un très petit nombre sont vraiment certaines : quelques dizaines au plus; bien qu'on admette qu'on puisse les déterminer jusqu'à la valeur de 0"01 ce qui correspond à une distance de 326 années de lumière. Notons que cette lumière nous parvient du soleil en 8 m. 18 s. En 1918 cependant, on estimait à 800 le nombre de parallaxes déterminées et en 1921, 1.646 avaient été estimées par la méthode d'Adams. Sur ce nombre, 150 ont pu être comparées à leur valeur directe et sont en accord suffisant avec elles. L'Observatoire d'Allegheny est actuellement spécialisé dans la recherche des parallaxes. Toujours est-il que nous avons une estimation possible des distances qui séparent les étoiles les plus proches de nous. Elles sont de l'ordre de 6 à 8 années de lumière, et 7 années de lumière font 440.000 fois la distance soleil-terre. Notons encore qu'à 100 kilomètres à l'heure et sans arrêt, un train mettrait 11 millions d'années pour parcourir une année de lumière; de sorte que, à la vitesse moyenne de 26 kilomètres à la seconde, une de ces étoiles aurait besoin de 80.000 années pour parcourir la distance qui la sépare de ses voisines. Une collision est donc peu à craindre et la matière, dans l'espace qui la renferme, peut, sans paradoxe, être donnée comme un phénomène excessivement rare, comme quelque chose d'exceptionnel. Dans une sphère de rayon, 1.000 années de lumière, par exemple, la densité moyenne est plusieurs millions de fois plus faible que celle de l'air que nous respirons. Aucune étoile n'a une parallaxe de 1". Celle de α Centaure, la plus rapprochée, n'est que de 0"7. Cette étoile est donc à 4 ans, 5 de lumière. Viennent ensuite l'étoile de Barnard, π = 0"5, 7 années de lumière, Sirius à 9 années, etc... Quant aux étoiles bleues, elles sont presque toujours excessivement éloignées; et les étoiles les plus proches sont au contraire des étoiles jaunes, ce qui porte à penser que le soleil fait partie d'un groupe de telles étoiles.

Digitized by Google

Y a-t-il une relation entre la parallaxe, la grandeur, le mouvement propre? Kapteyn et Rhjin en ont découvert une. Ils ont remarqué qu'on avait :

$$\log \pi = -0{,}69 - 0{,}07\ m. + 0{,}64 \log \mu$$

où μ est le mouvement propre; et il faut ajouter qu'indépendamment d'eux Unthank avait annoncé que, quand on passait de la grandeur m à la grandeur $m+1$ il fallait multiplier la parallaxe par 0,84, et que cette règle d'Unthank est contenue dans la formule de Kapteyn et Rhjin. Il suffit d'y négliger μ. Terminons en remarquant que les distances entre les astres ont été trouvées de plus en plus grandes à mesure que les méthodes de détermination sont devenues de plus en plus précises.

Étoiles doubles visuelles. — Vers le commencement du XVIIIe siècle, Bradley, cherchant des parallaxes, n'en trouva pas mais découvrit l'aberration de la lumière. Vers la fin du même siècle, Herschell, cherchant aussi des parallaxes, n'en trouva pas non plus, mais découvrit les étoiles doubles. Herschell cherchait donc des couples serrés, formés par l'association d'une étoile brillante qu'il supposait rapprochée et d'une petite étoile qu'il supposait sans parallaxe. Dans ce cas le déplacement de la Terre autour du Soleil devait déplacer par perspective l'étoile brillante par rapport à la faible. Or, il trouva souvent des déplacements; mais tout autres que ceux qu'il attendait. En effet ces déplacements étaient orbitaux, c'est-à-dire qu'il constatait que l'étoile faible tournait autour de l'étoile brillante comme la Terre tourne autour du soleil. Car telle est une étoile double; c'est un système de deux étoiles mécaniquement reliées et

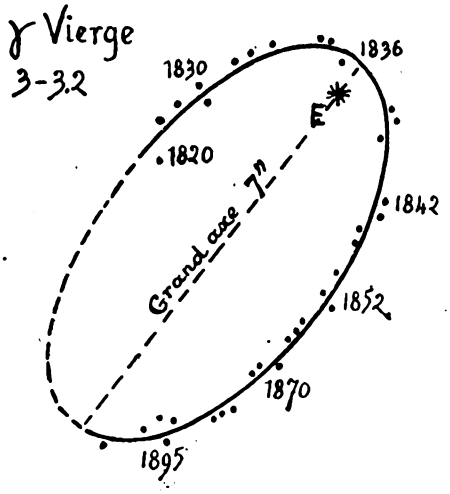


Fig. 271. — Type d'orbite apparente d'une étoile double visuelle.

affectées chacune d'un mouvement orbital relatif autour de l'autre. Voici par exemple (fig. 271) l'orbite de γ Vierge; construite par points en reportant par coordonnées polaires autour de l'étoile principale E, les positions du compagnon observées au micromètre ou à l'héliomètre, instruments très précis. Cette orbite est une ellipse et on remarquera que E y occupe une position qui n'est ni le centre, ni le foyer non plus. Or on constate que cette ellipse est décrite suivant le loi des aires, d'où on conclut à une force passant constamment par la ligne de visée. Si on admet qu'elle passe par l'étoile principale, il résulte de la solution donnée par Darboux et Halphen du problème connu sous le nom de « problème de Bertrand » que la loi de Newton régit *très probablement* les étoiles doubles. La certitude absolue qu'il en est bien ainsi exigerait la vérification de ces deux points : 1° l'orbite est plane, 2° l'étoile principale est au foyer de l'orbite réelle. Élucider complètement cette question serait aujourd'hui d'un intérêt d'autant plus grand que le principe de Relativité vient de remettre en question tout ce qui concerne la nature de la gravitation universelle. Les étoiles doubles seront donc peut-être un jour prochain un critérium astronomique de la légitimité des vues relativistes, ou au contraire.

Le nombre de telles étoiles est en tout cas considérable et se chiffre par milliers. Quelques-unes ont une histoire curieuse qui est bien propre à montrer ce qu'il en coûte de travaux aux astronomes pour établir la moindre de leurs découvertes. Vers 1850, Bessel voulant situer très exactement quelques étoiles repères, dont Sirius, s'aperçoit que le mouvement propre de Sirius, qui, comme tous les mouvements propres connus, devait être uniforme et se faire sur un grand cercle, avait des inégalités périodiques, était sinueux. Il soumet la question au calcul et il voit sur les équations que ces inégalités peuvent s'expliquer par l'existence d'un compagnon invisible troublant le mouvement étudié. C'est alors le centre de gravité du système qui a un mouvement propre uniforme. Notez qu'il s'agissait d'inégalités de l'ordre de fractions de secondes de temps. Là-dessus, Struve, étudiant les travaux de Bessel, déclare que les inégalités n'existent pas. Alors Peters reprend la question. Il part du point où était arrivé Bessel, il admet l'existence d'un compagnon et cherche à déterminer son orbite. Mais au bout de ses calculs il s'aperçoit que pour le faire, il faut connaître les inégalités des deux coordonnées de Sirius alors que Bessel n'avait déterminé que les écarts d'une seule des deux coordonnées. Il fallait en finir. Auwers reprend donc toute la question. Il réunit, critique, classe, examine, simplement 11.500 observations de Sirius, 7.000 pour l'une des coordonnées : l'ascension

Digitized by Google

droite, 4.500 pour l'autre : la déclinaison. Il assigne une position à l'astre troublant et il allait publier les résultats de ses recherches, lorsqu'il apprend que les frères Clark, de Boston, essayant une lunette qu'ils venaient d'achever, avaient découvert l'astre cherché et précisément à très peu près dans la position qu'il assignait ; toutefois à une plus grande distance de Sirius, à 7" au lieu de 2". Ce sont toujours les distances qui ne vont pas en astronomie. Le compagnon de Procyon a été découvert de la même manière. Telle est ce qu'on a appelé l'astronomie de l'invisible. On attend maintenant la découverte du compagnon supposé dans d'autres cas analogues : ρ Ophiucus, Etoile C du système ζ Ecrevisse.

Étoiles variables. — Ces étoiles à compagnon invisible conduisent à une autre catégorie d'astres : aux étoiles variables, c'est-à-dire dont l'éclat varie. On en connaît 4.000 environ de types très divers. Voici d'abord β persée (Algol). L'éclat de cette étoile (fig. 272) se maintient à la *mg.* 2,3 pendant

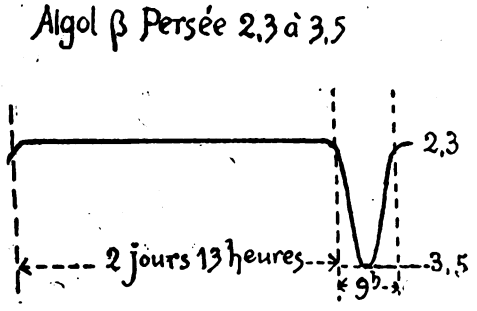


Fig. 272. — Courbe de lumière d'une variable à variation lumineuse discontinue.

2 jours 13 heures ; puis, subitement, en 4 h. 5 environ, elle tombe à la *mg.* 3,5 et remonte ensuite dans le même temps de nouveau à la *mg.* 2,3. L'observation est facile à l'œil nu, et le phénomène est d'une régularité mathématique. Après d'assez grands débats l'explication en est devenue très simple. Algol est une étoile double, où l'une des composantes est brillante, l'autre obscure ; la terre est à peu près dans le plan de l'orbite et l'étoile obscure, très rapprochée de l'autre, l'éclipse périodiquement. En effet, Vogel a montré que le spectre d'Algol présente un déplacement périodique des raies, qui atteste un mouvement orbital de l'étoile brillante, parfaitement en accord avec les variations constatées. En particulier, les raies ne sont pas déviées au minimum ; mais elles sont déviées en sens contraire un quart de période avant et après, et ne le sont plus de nouveau au milieu du maximum. Et la mesure des vitesses a permis de déterminer la grandeur de l'orbite et d'apprécier les masses et les dimensions des composantes. On a en effet, μ étant la somme des masses des deux étoiles, $V^2 = f\mu \frac{1}{a}$ et $\frac{a^3}{T^2\mu} = \frac{f}{4\pi^2}$ en supposant que l'orbite est circulaire. Et si on admet en outre que la constante de l'attraction dans le système d'Algol est celle même du système solaire on trouve d'après Pickering, Harting — c'est, bien entendu, une simple estimation — que l'étoile brillante a un diamètre égal à 1,2 fois celui du soleil, (fig. 273) que l'étoile obscure a le diamètre du so-

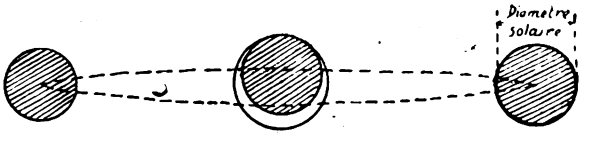


Fig. 273. Système d'Algol.

leil ; que leur distance est environ 8 fois le rayon de l'étoile obscure : ce qui est conforme à la rapidité de la révolution. Or on connait 150 étoiles de ce type et il doit en exister beaucoup d'autres ; puisque pour les apercevoir nous devons être au voisinage du plan de leur orbite. Supposez maintenant que les deux étoiles donnent un spectre, mais que la terre soit en dehors de l'orbite de manière qu'il n'y ait plus éclipse ; assez près cependant de cet orbite. Alors les raies des deux spectres auront un mouvement périodique alternatif qui révélera l'étoile double. C'est le cas de β Cocher, ζ Grande Ourse, α Vierge et de quelques autres. En tout cas, avec les variables le spectroscope révèle des doubles 20 fois plus serrées au moins que les visuelles les plus rapprochées.

La question devient plus délicate avec les variables qui suivent. Ici la variation de lumière,

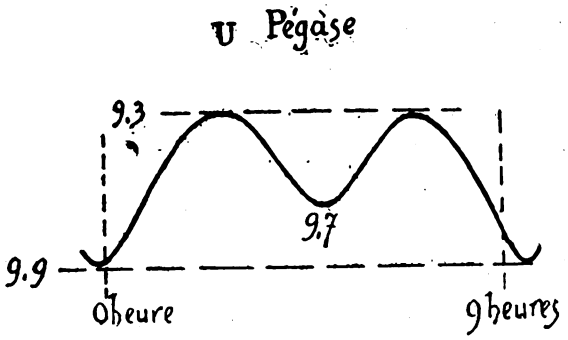


Fig. 274. — Variable continue à deux maxima égaux et deux minima différents.

au lieu d'être périodique, est continue et souvent peu étendue. Les variations par contre sont toujours très rapides ; souvent la période n'est que de quelques heures. Elles peuvent enfin revêtir

***

Digitized by Google

une allure très symétrique à deux minima différents et deux maxima égaux tels que U Pégasse, β Lyre (fig. 274) ; ou être plus irrégulières et

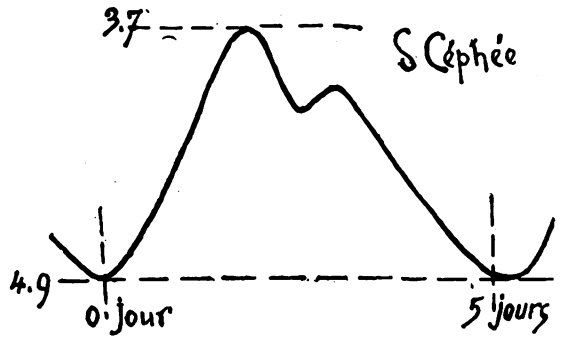


Fig. 275. — Variable continue à deux maxima et deux minima différents.

avoir deux maxima et deux minima comme δ Céphée (fig. 275) ; ou même un seul maximum et un seul minimum comme Y Ophiucus. On a encore expliqué ces variations accompagnées de déplacements des raies du spectre, en supposant qu'on a affaire à une étoile double. Et l'explication paraît surtout naturelle quand la courbe de lumière a l'aspect régulier qu'elle revêt chez U Pégasse. Ainsi β Lyre (fig. 276) est une étoile de ce type dont les apparences sont assez bien expliquées par l'hypothèse qu'elle est formée d'une étoile relativement obscure et d'une autre étoile plus petite mais plus brillante ; les deux étoiles étant d'ailleurs presque au contact puisque la période est très courte. Quant à la continuité de la variation de l'éclat elle résulterait du fait que ces étoiles étant sans doute d'énormes bulles gazeuses presque au contact, leur attraction mutuelle doit les allonger beaucoup dans la direction de leurs centres. En effet dans ce cas la surface suivant laquelle elles se projettent sur la sphère céleste change sans cesse. Le minimum principal correspond alors à l'éclipse de la brillante par l'obscure, le secondaire à l'éclipse de l'obscure par la brillante.

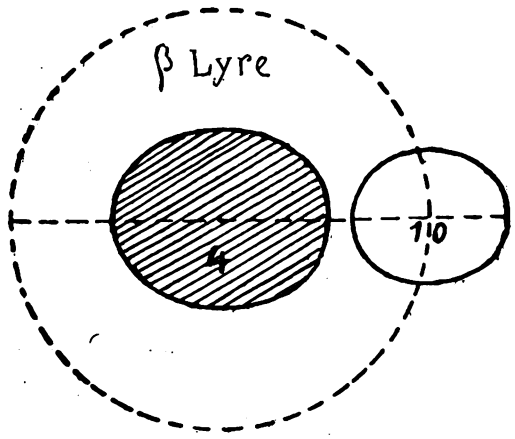


Fig. 276. — 4 et 10 sont les intensités lumineuses relatives.

C'est ce que *Myers* vers 1855 a proposé de voir dans β Lyre et dans une centaine d'autres étoiles qui lui seraient apparentées. Et toujours d'après lui, β Lyre aurait une masse totale égale à 30 fois celle du soleil, avec des dimensions d'autant plus énormes que sa densité ne serait égale qu'à 9 fois celle de l'hydrogène.

Mais ces vues ne sont pas universellement admises et surtout lorsque la courbe de lumière devient dissymétrique (δ Céphée). L'analyse du spectre présente en effet des difficultés particulières. C'est ainsi qu'il ne se dédouble pas, ce qui serait exigé par la présence de deux étoiles brillantes toutes deux, bien qu'à des degrés divers. On s'explique alors qu'Eddington, entre autres, ait proposé une nouvelle hypothèse, suivant laquelle on aurait affaire ici à d'énormes bulles gazeuses soumises à des pulsations, c'est-à-dire à volume rapidement variable ; qu'Hagen, dans un tout autre ordre d'idées, veuille y voir une masse gazeuse sur laquelle un satellite obscur à très forte excentricité donne lieu à des éruptions violentes, comme c'est le cas des comètes qui fusent à proximité du soleil. Il reste enfin une dernière classe de variables d'interprétation encore plus difficile. Elles sont très irrégulières, soit dans la durée de leur variation d'éclat soit dans l'étendue de la variation. Une des plus célèbres est o Baleine (Mira Ceti) dont la période va de 320 à 370 jours, le maximum de la 1re à la 4e *mg.* et le minimum de la 8e à la 9,5 *mg.* Nous ne pouvons assigner à ces apparences qu'une cause ; la production périodique de taches analogues à celles qui existent sur le soleil ; mais la difficulté n'est que reculée.

(*A suivre.*)

F. MARGUET,
Capitaine de Frégate,
Professeur d'Astronomie et de Navigation
à l'Ecole Navale à Brest.

LES LAMES MINCES. LEURS STRUCTURES ET LEURS DIMENSIONS

Les preuves de la réalité moléculaire sont aujourd'hui si nombreuses et si certaines qu'il ne peut subsister aucune espèce de doute à leur égard ; et il n'est point besoin pour les établir d'avoir recours à des expériences compliquées ou à des raisonnements subtils, car elles éclatent aux yeux de tout observateur un peu attentif dans les mani-

Digitized by Google

festations les plus simples et les plus connues de la nature, telles que les colorations des bulles de savon ou l'étalement de l'huile sur l'eau.

C'est de ce dernier phénomène dont nous parlerons ici : nous montrerons comment son étude fournit un accès direct aux grandeurs moléculaires, et permet en outre d'établir un certain nombre de lois relatives aux propriétés de la matière à l'état de lames ou pellicules extrêmement minces.

I. — *La mesure des épaisseurs moléculaires et les différents états des lames minces.*

Tout le monde sait que les marins jettent de l'huile sur la mer pour en calmer les flots : cet effet est dû à l'abaissement de la tension capillaire de l'eau par suite de la présence à sa surface des molécules d'huile. C'est à la suite d'une observation de Miss Pockel (1891) à ce sujet que Lord Rayleigh fut amené à s'occuper de cette question.

La méthode de Lord Rayleigh est la suivante : en augmentant progressivement une surface d'eau huilée ou souillée par une impureté quelconque, la tension capillaire de cette surface varie sans cesse ; elle monte d'abord lentement, puis plus rapidement, et atteint un maximum invariable correspondant sensiblement à la tension capillaire de l'eau pure. En 1899, lord Rayleigh établit la courbe de ces variations de tension superficielle en relation avec la quantité d'huile. Pour cela, il mesurait les tensions au moyen d'un réseau de lames de verre parallèles entre elles, normales à la surface de l'eau et suspendues au plateau d'une balance ; les bords inférieurs étant immergés, il mesurait la force nécessaire pour les arracher de la surface.

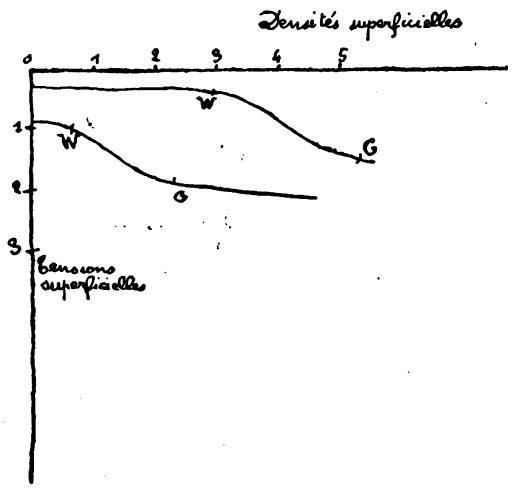


Fig 277 — Courbes de Lord Rayleigh.

Les résultats de ces mesures sont traduits sur les courbes ci-dessus (fig. 277) : le point W marque le début de l'abaissement de la tension superficielle, et le point G correspond à l'arrêt des parcelles de camphre libres jusque-là de s'agiter à la surface. Connaissant la surface offerte à l'huile, la quantité de matière déposée et sa densité, on peut en tirer l'épaisseur de la couche ; Lord Rayleigh montra que le point W correspondait à environ $1\mu\mu$ (soit un millionième de millimètre), et il supposa que cette couche était formée d'une assise de molécules sphériques juxtaposées à la façon de billes en contact : ce résultat est le premier exemple d'une détermination expérimentale directe des dimensions moléculaires. Quant au point G, il correspondrait à une épaisseur double, soit environ $2\mu\mu$.

On peut arriver à une précision plus grande en utilisant une autre méthode, celle des gouttes de solutions titrées dans un solvant volatil tel que la benzine. C'est ce que fit Devaux dans une série d'expériences ingénieuses.

Devaux utilisa des surfaces variables d'eau contenue dans une cuvette photographique, au moyen d'une bandelette de papier simplement posée sur le liquide ; il eut en outre l'idée de saupoudrer la surface de talc, dont les grains blancs se détachent individuellement sur le fond noir de la cuve. Une trace d'huile déposée en un point quelconque de la surface s'étend spontanément en chassant les grains de talc, et rend par suite visible le front de la matière grasse. En limitant la surface au moyen d'une bande de papier mobile parallèle à l'un des bords de la cuve, on arrive aisément à trouver quelle est la surface maxima occupée par une quantité déterminée d'huile versée sur l'eau : fait curieux, cette surface semble correspondre à celle occupée par la même quantité d'huile rassemblée par le souffle de l'opérateur.

Devaux introduisit de cette façon la notion de « couche d'extension maxima » qui devait, jusqu'aux travaux de Marcelin, garder une grande importance, par la signification qu'on lui attribuait : cette couche, selon Devaux, correspond, en effet, à une épaisseur unimoléculaire, et en effet, l'épaisseur e, qui est égale au rapport du volume d'huile à la surface qu'il occupe, est de l'ordre de $1{,}13\mu\mu$, soit sensiblement la même valeur que celle que l'on obtient dans le calcul théorique du diamètre de la molécule d'huile supposée sphérique.

Ainsi, à l'état « d'extension maxima », il existerait une discontinuité brusque de la matière, celle-ci ne pouvant occuper une plus grande surface. Corrélativement, ce n'est qu'à partir des épaisseurs d'huile d'ordre moléculaire que la tension capillaire de l'eau commence à baisser, et que les autres propriétés disparaissent aussi.

Digitized by Google

Il existe encore un autre état remarquable de ces lames minces, que Devaux et Marcelin mirent en évidence : c'est celui où la lame est en équilibre avec de petits globules condensés à sa surface et donnant à la couche l'aspect des « yeux du bouillon » (extension minima). L'épaisseur de ces lames, selon Devaux, serait de 1,32$\mu\mu$, pour l'huile (trioleine), ce qui prouverait qu'il ne peut y avoir de lame d'huile de plus de 1$\mu\mu$ d'épaisseur sans rassemblement de tout l'excédent sous forme de globules. C'est à ce stade que la tension capillaire de l'eau huilée atteint sa plus faible valeur — ou son abaissement maximum.

Ces ingénieuses expériences permettent en résumé d'établir trois faits principaux :

1° L'existence d'un minimum d'épaisseur correspondant à une couche monomoléculaire où les molécules sont lâches et peu serrées (extension maxima) ;

2° L'existence d'un maximum d'épaisseur correspondant encore à une couche monomoléculaire, mais où les molécules sont serrées (extension minima) ;

3° Au delà de l'épaisseur unimoléculaire, les lames ne peuvent plus être stables, et l'excédent de matière se rassemble à leur surface sous forme de gouttelettes.

Les travaux de Devaux furent suivis, dès 1913, des recherches de Marcelin qui firent accomplir un grand progrès à la question (voir plus loin) : s'ils sont aujourd'hui contestés sur quelques points, ils n'en ont pas moins fourni les premiers résultats précis obtenus avec des moyens extraordinairement simples et à la portée de tout le monde.

II. — *La notion chimique de la capillarité et l'orientation moléculaire.*

Jusqu'ici, les particularités qu'offraient les lames minces avaient été simplement constatées et mesurées sans que l'on ait cherché à interpréter leur origine, et en partant de l'idée simple que les molécules pouvaient être considérées comme sphériques. Langmuir le premier, chercha à aller plus loin et à découvrir la raison profonde de ces phénomènes, en émettant quelques hypothèses aussi hardies qu'ingénieuses et en introduisant l'idée de « polarisation » ou d'orientation superficielle.

Dans un célèbre mémoire paru en 1917, le physicien américain reprend les expériences de Devaux en se servant d'un outillage permettant de mesurer d'une façon précise les tensions superficielles. L'appareil consiste en une cuve sur laquelle on peut délimiter une surface déterminée au moyen d'une baguette de verre paraffinée CD (fig. 278), le dernier côté du rectangle étant limité par une barrière mobile AB, liée rigidement à une balance ; les fuites par les bouts de cette « soupape » étant

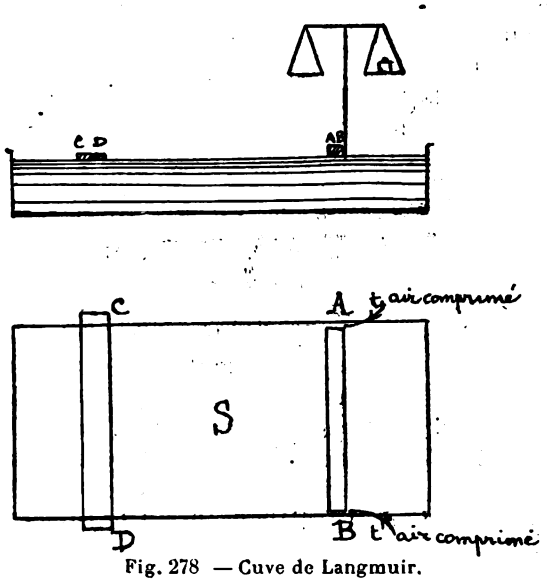


Fig. 278 — Cuve de Langmuir.

évités au moyen de courants d'air projetés par des tuyères t. Cet ensemble permet de mesurer la force horizontale qui s'exerce sur la tige AB, lorsqu'on verse un corps spontanément extensible dans l'espace ABCD, autrement dit ce que Marcelin appela plus tard la « pression superficielle » de la couche mince.

En opérant à température constante, avec de nombreux corps, les uns liquides, les autres solides (en ce cas on verra qu'il faut faire certaines réserves) et en se plaçant dans les conditions de formation des lames monomoléculaires, Langmuir put établir une série de courbes représentant les variations de l'aire occupée par molécule en fonction de la force superficielle ; en effet, connaissant la masse m de substance déposée sur l'eau ainsi que sa masse moléculaire M, on en tire le nombre n de molécules qui forment la lame.

$$n = N \frac{m}{M} \qquad (N = 6{,}06.10^{23})$$

D'où l'aire occupée à la surface de l'eau par une molécule.

On retrouve de cette façon (fig. 279) un point H qui correspondrait aux couches surmontées de globules, et un point S correspondant à l' « extension maxima » de Devaux : c'est en ce point, qui définit la couche qui commence à provoquer un abaissement de tension superficielle, que Langmuir définit l'aire de la molécule. Connaissant cette aire, on en déduit immédiatement l'épaisseur de la couche.

Les résultats obtenus par de très nombreuses

Digitized by Google

mesures permirent de montrer que l'épaisseur des films mono-moléculaires ne correspondaient pas du tout à celles que l'on pouvait calculer en supposant les molécules sphériques. Par conséquent, on peut supposer que *les molécules ne sont pas sphériques*, et les différences observées, à

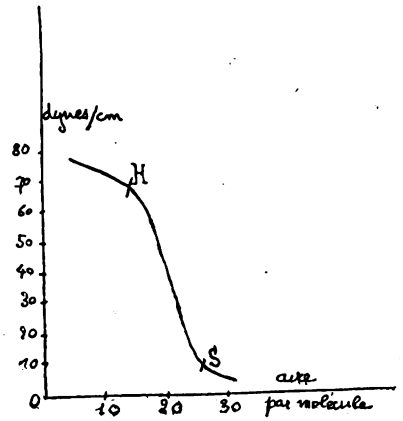


Fig. 279. — Allure générale des courbes de Langmuir.

condition de faire certaines hypothèses, doivent nous renseigner sur leur forme.

Ces hypothèses sont les suivantes :

1° Les molécules sont juxtaposées sur la surface lors de l'extension maxima ; c'est l'hypothèse de Lord Rayleigh reprise par Devaux ;

2° Les molécules grasses sont de forme allongée, comme pouvait l'indiquer leur formule développée ;

3° Elles sont toujours orientées de la même manière par rapport à la surface de l'eau ; elles sont, en effet, insolubles dans leur ensemble, mais leur groupement acide est hygroscopique, de sorte que les molécules ont tendance à se dresser normalement sur leur surface : elles sont alors polarisées, à la manière de ces poussahs lestés de plomb qui servent de jouets aux enfants.

Cette dernière hypothèse a été vérifiée depuis par Devaux, au moyen d'expériences sur « la mouillabilité » des lames minces ou même des substances grasses prises en masse ; si l'on fige en effet par refroidissement, dans leur état de polarisation, les grosses molécules (paraffine, cire, etc.) qui occupent la surface de séparation entre une grosse lentille de leur substance fondue et l'eau tiède qui la porte, les deux faces de la lentille détachées de la surface d'eau après solidification ne se mouillent pas de la même façon : l'eau roule sur la face supérieure sans adhérer, elle se colle au contraire sur la face inférieure soit en gouttes, soit même en pellicule continue. Cet état de polarisation a pu être rendu visible sur des photographies obtenues au moyen des rayons X (J.-J. Trillat).

La théorie de Langmuir permet d'expliquer l'origine de l'extension des acides gras sur l'eau ; celle-ci doit être cherchée dans l'affinité de leurs groupes carboxyle pour l'eau, tandis que les longues chaînes hydrocarbonées ont une attraction réciproque trop forte et une attraction pour l'eau trop faible pour entrer en solution. La molécule se dresse donc sur l'eau, son extrémité acide ou « active » étant enracinée dans l'eau, et présente la face terminale CH^3 à l'air.

Les mesures donnent en effet un résultat frappant : pour chaque série (acides gras, alcools, nitriles, etc.) l'aire d'une molécule est constante ; cette aire mesurerait donc la partie commune à chaque série, c'est-à-dire la section du groupe carboxyle pour les acides ($23{,}10^{-16}$ cm²) du groupe CH^2OH pour les alcools ($21{,}7\,10^{-16}$ cm²) etc. Au contraire, l'épaisseur de la couche, qui caractérise la longueur de la molécule, varie dans chaque série d'un terme à l'autre, comme l'indique le tableau suivant :

Substance	Aire	Longueur
Acide palmitique .	$21 \times 10^{-16}_{cm^2}$	$24 \times 10^{-8}_{cm}$
— stéarique . ,	22 —	25 —
— cérotique . .	25 —	31 —
— oléique	46 —	11,2 —
Trioléine	126 —	13 —
Tristéarine	66 —	25 —

C'est donc la présence d'un groupe actif, susceptible de se combiner à l'eau, qui est la cause de l'extension d'un grand nombre de corps gras sur l'eau. Si le corps considéré ne possède pas de groupe actif, comme les carbures saturés, les paraffines, dont les molécules se terminent aux deux bouts par des CH^3, il ne peut donc y avoir d'étalement, et c'est bien ce que l'on constate (Hardy). En ce dernier cas, l'aire mesurée sera la même, ainsi que la tension superficielle : c'est en effet ce qui a lieu pour tous les hydrocarbures, de l'hexane à la paraffine fondue.

Cette théorie explique donc la stabilité des lames minces sur l'eau par des considérations d'ordre chimique : il semble en résulter que pour qu'un fluide s'étale sous forme de pellicules entre deux autres fluides, il faille qu'il se produise tout d'abord une action chimique superficielle. Autrement dit, c'est la présence de « groupes actifs » qui confère leur solubilité aux substances aliphatiques de faible masse moléculaire, et qui confère aussi aux composés à longue chaîne la propriété de former des lames stables. De plus, elle permet de se faire une idée de la nature des chaînes carbonées, que l'on peut se représenter sous la forme de zig-zags extensibles ou compressibles. Ces hypothèses, si ingénieuses et si fécondes,

Digitized by Google

se sont trouvées depuis vérifiées en partie par l'analyse cristalline au moyen des rayons X (Muller, Shearer, Trillat).

III. — *La structure des lames minces suivant leur état de compression.*

Toutes les expériences de Langmuir se rapportent aux couches présentant l'extension maxima ; mais nous verrons que cette notion ne correspond pas à un état aussi bien défini qu'on pouvait le penser, et il semble qu'il est un peu arbitraire de dire que c'est à cet état que se trouve réalisée la juxtaposition moléculaire. En poussant l'analyse un peu plus loin, N. K. Adam a été amené à supposer aux molécules des corps extensibles sur l'eau une forme allongée, terminée par un « renflement » constitué par le groupe actif : ce n'est bien entendu qu'une simple image, mais qui se prête assez bien à l'interprétation des faits observés.

A l'état d' « extension maxima », les molécules seraient donc dressées sur l'eau, comme le suppose Langmuir, et le renflement ou partie active serait immergé dans le liquide ; de plus, à ce régime de faible compression, les molécules sont en contact par leurs parties terminales, tandis que les chaînes (parties cylindriques) ne se touchent pas. On conçoit dès lors comment la mesure de l'aire moléculaire est en réalité la mesure de l'aire occupée par le groupe actif (fig. 280) (A).

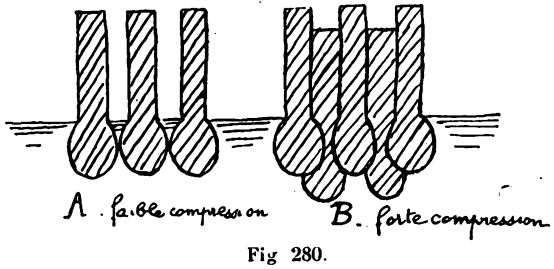


Fig 280.

Au contraire, si l'on comprime la couche jusqu'à faire apparaître des gouttelettes condensées, on détermine ainsi une nouvelle aire, plus faible que la précédente (point H des courbes de Langmuir, fig. 3), à partir de laquelle la pression superficielle ne varie plus et a atteint son abaissement maximum (couche d' « extension minima » de Devaux). Fait curieux, pour toutes les molécules possédant une longue chaîne carbonée à même nombre de CH^2, cette aire est sensiblement la même, et de l'ordre de $20 \times 10^{-16}_{cm^2}$:comme ces composés ne peuvent donner lieu à des assemblages plus étroits que ne le permet l'aire de la section droite de la chaîne, Adam suppose que cet état d'assemblage correspond à une juxtaposition étroite des chaînes hydrocarbonées, comme le montre la figure 280 (B).

IV. — *L'état physique des « solutions superficielles ». Travaux de Marcelin.*

Jusqu'aux travaux de Marcelin, il était admis que la couche d'extension maxima, telle que celle que l'on rassemble par le souffle suivant la technique de Devaux, et pour laquelle la tension superficielle est celle de l'eau pure, correspondait à la juxtaposition moléculaire : c'est sur cette base que l'on mesurait les dimensions moléculaires, en admettant par conséquent que l'extension des matières grasses était limitée à cette juxtaposition. Or M. Marcelin réussit à démontrer, au moyen d'appareils extraordinairement sensibles que cette limite d'extension, qu'on croyait avoir observée, était déterminée par l'insuffisance de sensibilité des appareils ou des modes d'observation qu'on mettait en œuvre : « de même qu'on observerait une limite à l'expansion d'un gaz et qu'on atteindrait pour une détente relativement faible la tension O si on l'étudiait à l'aide d'un appareil grossier, tel par exemple qu'un manomètre anéroïde destiné à la mesure des fortes pressions ».

De plus — condition essentielle — Marcelin se met à l'abri de toutes poussières atmosphériques en opérant avec des appareils enfermés dans des cages de verre, et utilise de l'eau distillée dont la surface est très soigneusement nettoyée et purifiée.

Plaçons-nous donc à ce soi-disant état « d'extension maxima » et raisonnons d'une façon un peu différente : au lieu de considérer la tension superficielle du liquide, nous parlerons désormais de la « pression superficielle », c'est-à-dire de la pression exercée par les molécules grasses sur les barrières qui les entourent ; cette pression est évidemment égale et de signe contraire à l'abaissement de la tension superficielle de l'eau. Cette couche d'extension maxima est formée sur une cuve délimitée par deux barrières en mica paraffiné dont l'une, *cd*, est mobile, mais est maintenue dans chaque position par une liaison rigide (voir fig. 281) et forme le fond du corps de pompe, tandis que l'autre, mobile, (*ab*), forme soupape.

Pour mesurer la force qui s'exerce contre cette tige, celle-ci est reliée en O à un fil de torsion. Le corps gras utilisé étant l'acide oléique, la pression superficielle des molécules de cet acide abandonnées sur la surface S tend à faire pivoter la bandelette qu'on maintient dans sa position normale en tordant le fil de suspension d'un angle α. On en déduit aisément la valeur de la pression.

Digitized by Google

Grâce à cet appareil, Marcelin put mesurer des pressions de l'ordre 0,1 dyne/cm. En opérant à température constante, on constate alors que l'acide oléique, bien loin de s'en tenir à l'état

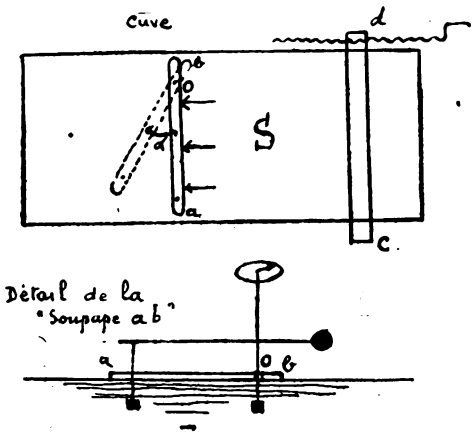


Fig. 281. — Appareil de Marcelin.

de couche d'extension maxima représentée par une certaine surface S, continue au contraire à s'étendre bien au delà. L'appareil permet de déceler encore des pressions mesurables quand la couche occupe 4 fois la surface précédente; on peut aller encore bien plus loin (jusqu'à 16 fois la surface initiale) en utilisant une méthode chrono-photographique.

Ces mesures permettent de dégager un fait fondamental : les molécules d'acide oléique, à cet état très dispersé, suivent une loi analogue à celle de Mariotte pour les gaz, c'est-à-dire que le produit : pression superficielle × surface correspondante, est constant pour une température déterminée. Ainsi l'extension de la matière sur l'eau peut être illimitée; pour de telles détentes la couche grasse est nécessairement discontinue; tout comme un gaz ou une vapeur dont les molécules ne sont pas jointives dans le volume qu'elles occupent, elle exerce contre les lignes de son contour une pression définie par la loi de Mariotte. L'apparence d'une extension limitée, lorsqu'une trace d'huile s'étend spontanément sur de l'eau talquée, proviendrait tout simplement de ce que, faute des précautions mentionnées plus haut, des impuretés grasses demeurent sur la surface et exercent une pression antagoniste qui s'oppose à l'extension illimitée. La contradiction entre les travaux de Langmuir et Adam d'une part, et ceux de Marcelin d'autre part, s'explique ainsi; de plus, comme l'a fait remarquer Marcelin, il y a lieu de faire une distinction entre les « solutions superficielles » (acide oléique sur l'eau) et les « vernis moléculaires » (formés par évaporation sur l'eau d'une solution d'un corps gras *solide* dans la benzine).

Les méthodes de M. Marcelin permettent aussi d'étudier d'une façon précise ce qui se passe lorsqu'au lieu de détendre une couche, on la comprime jusqu'à l'apparition de gouttelettes condensées. « Tout comme une vapeur qui, lorsqu'on la comprime, se résout en une multitude de gouttelettes, la matière grasse à l'état de couche superficielle sur l'eau est susceptible, lorsqu'on réduit progressivement sa surface, de se condenser sous la forme de gouttelettes ou de disques qui flottent à la façon des yeux du bouillon. » Il s'agit là d'un changement d'état physique; l'apparition des premières gouttelettes correspond, sur la courbe qui représente la pression superficielle de la couche grasse en fonction de sa surface ($p = f(S)$), à un point anguleux auquel succède un palier, caractéristique du changement d'état physique et dont l'ordonnée constante mesure la « pression superficielle de saturation » de la couche superficielle.

L'ensemble du phénomène est représenté par

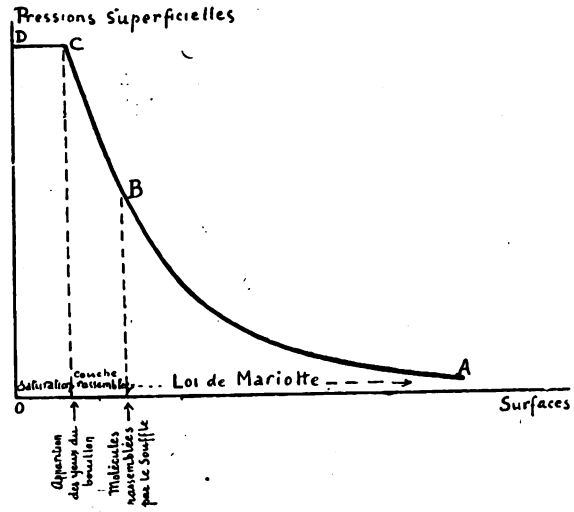


Fig. 282. — Allure générale des courbes de Marcelin (acide oléique).

la courbe ci-dessous (fig. 282) : AB correspond à une loi de Mariotte, BC à une période de compression d'une couche rassemblée qui ne suit pas de loi bien définie, et CD un palier correspondant à une couche condensée ou « saturée », en équilibre avec des globules. L'espect de la courbe ressemble à celui des courbes de Van der Wals relatives à la liquéfaction et à la vaporisation des vapeurs.

Ainsi, la solution superficielle est un état physique transitoire entre l'état gazeux et l'état de solution, état transitoire en ce qu'il possède encore les propriétés des gaz tout en étant déjà une solution.

Digitized by Google

Ces recherches donnent une indication précieuse sur le moment où il convient de regarder la lame comme étant réellement formée de molécules juxtaposées, et par conséquent sur la surface qu'il faut considérer pour en déduire la longueur de la molécule. Puisque la couche d'extension maxima n'existe pas, qu'il n'y a qu'une détente infinie depuis le point de saturation, il paraît logique de dire que c'est *quand le voile est condensé au maximum que les molécules sont juxtaposées.*

On fera donc correspondre la juxtaposition moléculaire au point anguleux C. En conservant les deux hypothèses de Langmuir, d'après lesquelles les molécules seraient de forme allongée et dressées sur la surface de l'eau en raison de l'affinité pour l'eau de leur groupe actif (COOH pour l'acide oléique), on trouve pour la molécule d'acide oléique une longueur de 2,5$^{\mu\mu}$ (au lieu de 1$^{\mu\mu}$ trouvé par Devaux et 1,2 par Langmuir). Ce chiffre est en très bon accord avec les mesures de Perrin et Wells sur la stratification des bulles de savon, et avec les mesures effectuées au moyen des rayons X par Muller, Shearer et moi-même.

V. — *Influence de la température sur la structure des couches monomoléculaires.*

Puisque les solutions superficielles suivent la loi de Mariotte, on peut essayer de rechercher si elles ne suivent pas également une loi analogue à celle de Gay Lussac pour les gaz. Des expériences, très délicates, ont été tentées à ce sujet par Marcelin et Delaplace sur le benzoate de benzyle, qui est un corps spontanément extensible (l'acide oléique ne convenant pas bien à cause de son altérabilité); le résultat des mesures montre que le produit : $p \times S$ varie bien proportionnellement à la température, suivant la loi : $pS = KT$, faisant apparaître ainsi une nouvelle analogie entre l'état de solution superficielle et l'état gazeux (loi de Gay Lussac, pour les gaz : $pV = RT$).

Toutefois, il convient de remarquer que la valeur de la constante K ainsi déterminée diffère de celle admise pour les gaz ($R = 8{,}32.\ 10^7$ C. G. S.); la raison de cette anomalie n'est pas encore complètement éclaircie.

VI. — *Conclusions.*

Toutes ces recherches ont contribué à apporter une fois de plus, et d'une façon particulièrement simple, la preuve de l'existence des molécules. Elles ont permis en outre de mesurer les dimensions de celles-ci et d'en tirer de nombreux renseignements sur leur structure et notamment sur la constitution des chaînes carbonées, et aussi de réaliser une jonction entre l'état gazeux et l'état de solution; d'autres travaux, comme ceux de M. Perrin sur la stratification des bulles de savon, ont encore confirmé et étendu ces résultats.

L'étude des lames très minces justifie donc pleinement l'intérêt qu'y ont porté de nombreux physiciens, et, déjà si féconde dans le passé, elle se montre encore pleine de promesses pour l'avenir.

Jean-Jacques TRILLAT,
Docteur ès-sciences
Ancien élève de l'Ecole de Physique et de Chimie.

REVUE AGRONOMIQUE

PROBLÈMES AGRICOLES

Une importante revue des questions actuelles d'agronomie vient d'être publiée par un groupe d'ingénieurs agronomes, et il est intéressant de voir réunies des questions d'économie rurale, d'agriculture et de chimie agricole, de génie rural, de forêts, de haras, d'industries agricoles (1).

Il importe au plus haut degré pour le progrès même de la science, de la technique, de la pratique agricoles, qu'on ne réduise jamais l'agronomie à la seule chimie appliquée à l'étude des sols, des produits agricoles ou alimentaires. Par contre, il est excellent que chaque compartiment de la science agronomique soit exposé par un spécialiste

***

Ainsi, M. J.-H. Ricard, ancien ministre de l'Agriculture, a consacré une étude à la semaine d'exportation des produits agricoles, fructueuse manifestation où des discussions profitables ont eu lieu entre personnes dont les intérêts sont divers, opposés même. Des méthodes de travail pour parvenir à élargir les clientèles, un contact plein de conséquences heureuses entre nos représentants à l'étranger, nos exportateurs, nos pouvoirs publics, nos compagnies de transport. Il n'est point besoin de souligner davantage l'importance de la semaine d'exportation des produits agricoles.

Avec M. de Monicault, député de l'Ain, examinons le rôle de l'élite agricole dans l'actualité. Il n'a pas manqué de préciser qu'il n'attache aucune importance aux encouragements plus ou moins

(1) *Les problèmes actuels de l'agriculture, traités par des ingénieurs agronomes*, in-8 128 pp. Maison des Ingénieurs agronomes, 5, quai Voltaire, Paris, 1926.

Digitized by Google

électoraux qui, en France, font gaspiller tant d'argent à peu près inutilement, parce que les efforts qu'ils suscitent sont sans lendemain ou ne répondent pas à une politique à la fois nationale et technique.

Toutefois, il ne manque pas de souligner ce qui a été fait de bien, et il y a certes beaucoup d'excellentes institutions d'État qui ont porté des fruits depuis cinquante ans. Mais si d'une part il a été pris de très bonnes dispositions pour favoriser l'agriculture, de l'autre il semble qu'à l'heure actuelle on perde de vue les raisons qui ont motivé les dispositions prises pour favoriser l'agriculture. M. de Monicault parle de la pression du commerce et de l'industrie qui menace de faire supporter à l'agriculture des charges nouvelles, au moment où elle est à peine sortie d'un marasme millénaire, pourrait-on ajouter, et où l'on devrait comprendre que toutes ces mesures ne pourraient aboutir qu'à augmenter le malaise général actuel, l'ascension du prix de la vie.

Il incombe à l'élite d'intervenir pour éviter des errements fâcheux pour l'avenir du pays. Il faut à tout prix freiner ces opinions à vue trop courte qui se sont répandues parce qu'elles sont simplistes, parce qu'elles n'obligent pas à des efforts d'imagination ou de compréhension. Telle est, par exemple, l'idée qui veut sauver le pays par l'accroissement de la petite propriété, alors que toutes les circonstances économiques commandent impérieusement, de rendre l'unité de travailleur agricole plus productive, de la décupler, de la centupler par l'emploi de machines, par l'adoption de méthodes industrielles, que, seule, la grande propriété permet de réaliser.

Dans la difficile question de l'enseignement agricole, M. de Monicault cite notamment les bienfaits d'enseignements agricoles postscolaires par correspondance.

Sur la question de la comptabilité en agriculture, à laquelle il faudra bien un jour une solution, l'auteur a manifesté la crainte de voir appliquer cette méthode toute faite adoptée par le commerce et l'industrie, et il en montre le danger : combien avons-nous vu de commerçants ou d'industriels enrichis se livrer à l'agriculture et conduire leur ferme à la ruine en s'appuyant sur les données d'une comptabilité calquée sur celle du commerce? Et qui donc pourra donner des directives utiles pour ce problème devenu important de la comptabilité agricole?

En ce qui concerne les douanes, toute la France est devenue protectionniste sauf pour les denrées agricoles. Cette situation paradoxale ne saurait être maintenue sans danger. Le commerce et l'industrie se préoccupent de favoriser ainsi leur main-d'œuvre, mais depuis la loi des huit heures, ils ont drainé à leur profit la main-d'œuvre agricole. L'agriculture en souffre, faut-il l'accabler ou la protéger?

Le danger de la législation qui tend à soumettre l'agriculture à des expertises fréquentes (estimations des propriétés, des bénéfices agricoles, etc.) est souligné par M. de Monicault, qui a parfaitement rappelé cette vérité absolument méconnue à l'heure actuelle, que toutes les personnes occupées à des expertises rurales, à des vérifications, à des contrôles, à des calculs de perception d'impôts, etc., sont autant de non-valeurs pour la production — je ne dis pas des parasites.

Si nous avons insisté sur les problèmes économiques agricoles dans une Revue d'agronomie, qui devrait être surtout scientifique, c'est parce que, à l'heure présente, l'agriculture n'est pour ainsi dire plus jamais arrêtée par des obstacles techniques, mais elle est très souvent retardée par la solution de difficultés administratives dues à l'État, ou économiques dues à sa situation particulière à la base de la vie même, et encombrée comme il convient des méthodes, des préjugés, des tutelles qui pèsent sur elle depuis que le premier homme a récolté le premier grain de blé.

***

Le meilleur banquier pour un agriculteur c'est son exploitation, dit excellemment M. Caziot, et il débute par la charmante (?) anecdote du propriétaire à qui il avait conseillé, en 1913, de placer des économies en améliorations agricoles, mais qui a, sur le conseil du directeur de la succursale d'une grande banque, acheté des fonds russes...

M. Caziot constate qu'on a « gavé les petits épargnants ruraux ou autres de valeurs de père de famille, et les pauvres pères de famille ont mangé leur capital avec ces obligations très sûres et ces titres de rente très excellents ». « La terre française n'est qu'imparfaitement mise en valeur et les capitaux agricoles ont là un emploi presque illimité et autrement sûr que tous les papiers imprimés que les paysans achètent sans savoir ce qu'ils représentent exactement. »

Le meilleur aménagement des bâtiments, l'électrification et tous les perfectionnements qu'elle permet constituent à l'heure actuelle le meilleur placement pour l'agriculteur.

Rien n'est plus exact.

***

Dans le choix des semences, les agriculteurs apportent beaucoup de soin depuis quelques années, constate M. H. Hitier. Et la moyenne des rendements en blé de 1921-1925 est 14,49 quint. à l'hectare contre 13,21 pour la période 1909-1913.

Digitized by Google

Ceci est rassurant, et il faut persévérer dans cette voie. L'agriculteur finit-il par comprendre cette vérité soulignée par M. Schribaux : il n'en coûte pas plus de cultiver une bonne variété qu'une mauvaise. Les agriculteurs ont appris à préférer les semences sélectionnées, mais, le commerce malhonnête en a profité pour abuser du mot sélectionné et le décret du 26 mars 1925 a dû réglementer la dénomination des semences.

En ce qui concerne les blés à grand rendement cultivés à l'heure actuelle, d'une façon qui tend à devenir exclusive, on est exposé à voir ces blés détruits par un hiver rigoureux. Grave préoccupation. M. Schribaux conseille aux sélectionneurs de variétés et aux hybrideurs, de chercher des blés résistant bien au froid. Guidé par ces considérations M. Schribaux a fait établir par l'Institut des Recherches agronomiques des stations d'altitude, dont l'une est à 1.200 mètres, pour y observer les blés dans des conditions climatiques capables de nous donner des renseignements précis sur leur résistance au froid.

L'analyse des semences a, au point de vue agricole, une importance considérable, au moins en principe, car en pratique on ne semble pas y recourir très souvent. Elle s'impose cependant lorsqu'il s'agit de transactions importantes pour vérifier les qualités des graines livrées. M. Bussard a rappelé en quoi consiste cette analyse des semences : détermination de l'identité, du degré de pureté, de siccité, de la faculté germinative, du poids individuel, du poids volumétrique, etc. En outre, la recherche des diverses altérations et falsifications est souvent indiquée.

L'analyse des semences est prescrite à l'entrée

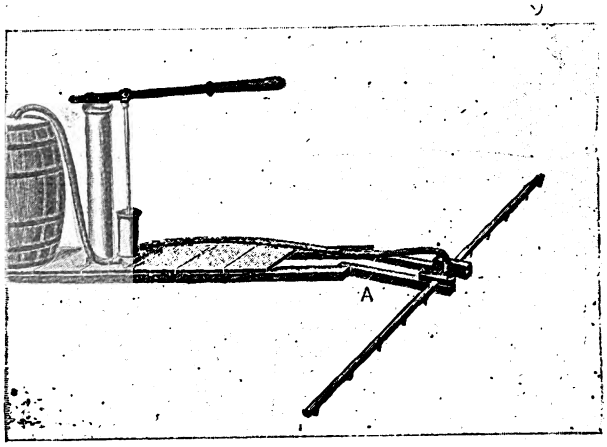


Fig. 283. — Pompe « Asia ».

en divers pays étrangers. Les dispositions relatives à l'importation en France de graines fourragères exemptes de cuscute (décret du 21 février 1908) à la vente des semences de blé (26 mars 1925) obligent, ainsi que la loi de 1905 sur les fraudes, à faire de nombreuses analyses de semences.

La destruction des mauvaises herbes par l'acide sulfurique a fait l'objet de discussions très intéressantes au groupe des Ingénieurs agronomes, praticiens de la terre. M. Lierman a donné le compte-rendu d'observations faites sur ses terres : il faut pulvériser la solution d'acide sulfurique lorsque la moutarde à détruire a déjà développé ses premières feuilles, il faut, d'autre part, le faire avant la montée de la céréale. Enfin, opérer par beau temps.

La dose d'acide sulfurique à employer est en volume 10 % d'acide sulfurique à 54° B., ce qui donne 13 à 14 % en poids. Il faut environ 1.000 litres à l'hectare.

Le prix de revient est de 70 francs par hectare, mais s'il était le double, on devrait encore faire le traitement. D'autre part, M. G. Fron a montré que l'emploi de l'acide sulfurique pour lutter contre le piétin des céréales est capable de donner de très bons résultats.

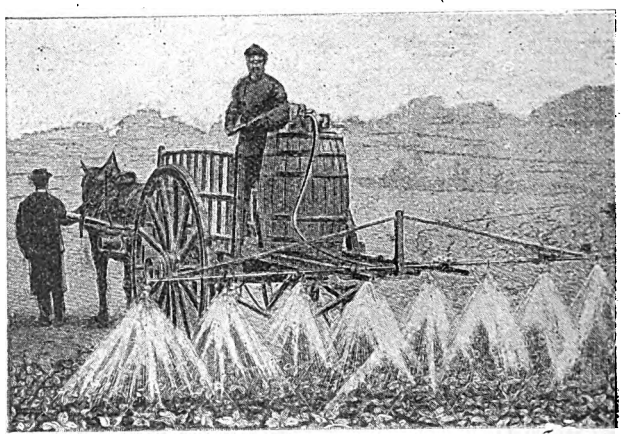


Fig. 284. — Pompe « Asia » en fonctionnement.

La décalcification des sols doit être étudiée à côté de la lutte contre les mauvaises herbes par l'acide sulfurique.

Les terres s'appauvrissent naturellement en chaux, les traitements répétés à l'acide sulfurique contribuent évidemment à faire entraîner la chaux par les eaux d'infiltration. Le remède à la décalcification ou au manque de chaux d'un sol est le chaulage. Toutefois devant les inconvénients ou les difficultés du chaulage, on a une tendance à préconiser l'emploi de calcaire, de craie broyée en poudre fine, la craie en poudre très fine ayant un effet très peu inférieur à celui de la chaux caustique, sans en avoir les inconvénients.

L'emploi des tracteurs pour les travaux des champs a fait l'objet d'observations économiques de la part de deux praticiens de la terre, MM. Lier-

Digitized by Google

man et Patricot. Les résultats de ces deux ingénieurs agronomes sont différents et c'est un enseignement de plus. M. Lierman avec des tracteurs à chenille payés cher arrive à un résultat d'estimation différant beaucoup de celui de M. Patricot qui a

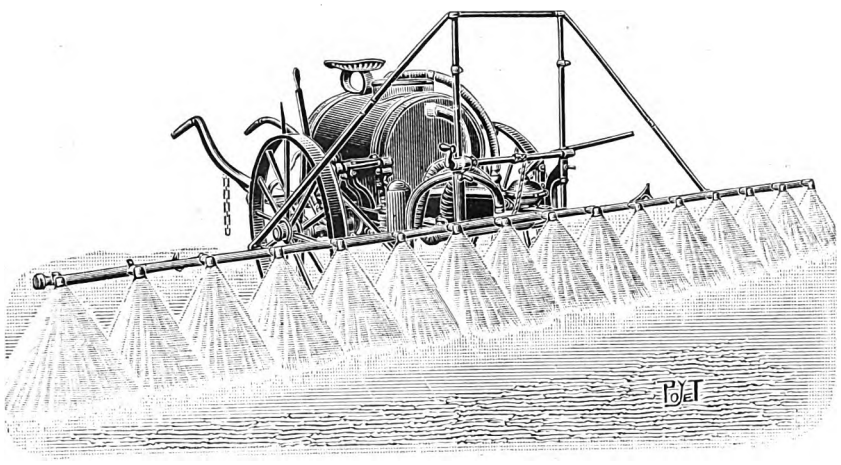


Fig. 285. — Pulvérisateur.

employé des tracteurs plus légers, plus économiques et cependant très solides. La conclusion des études de ces deux praticiens est toute en faveur du tracteur, la seule condition est de bien choisir son appareil, il en existe d'excellents, disent-ils, à des prix très abordables.

Toutefois, remarque M. Porchet, ingénieur du Génie rural, il ne faut employer les tracteurs que dans la limite où ils n'entraînent pas à une mauvaise utilisation de l'effectif animal qui doit subsister, soit pour les travaux non exécutés par des tracteurs, soit pour l'équilibre biologique de l'exploitation.

***

L'analyse chimique des terres dans ses rapports avec la fumure de la vigne a été étudiée longuement par M. Lagatu au cours de ses recherches générales sur les terres, poursuivies depuis longtemps à Montpellier et qui sont bien connues, mais il vient de se livrer à une étude riche en résultats sur la meilleure fertilisation à donner à la vigne : il a constitué un champ d'expérience divisé en dix-sept parcelles dans lesquelles la vigne a reçu une formule d'engrais bien déterminée ; les récoltes ont été pesées en 1921-1923-1924. Il résulte de cet essai que la fumure *complète* adoptée comme type et basée sur les exigences d'une récolte de la vigne a donné d'excellents résultats et que l'analyse chimique de ce terrain n'aurait pratiquement donné que de très faibles indications sur la fumure à adopter, c'est d'ailleurs ce dont M. Lagatu avait voulu se rendre compte. Mais en lisant le tableau des résultats on s'aperçoit à première vue : 1° de la très supérieure efficacité du nitrate de soude comparé aux autres engrais azotés ; 2° de l'importance de la potasse pour la vigne, à en juger par la faiblesse des récoltes, dans la parcelle contenant l'engrais complet type, moins la potasse ; 3° enfin, de l'importance de l'acide phosphorique, par la même constatation. Et comme conclusion, la nécessité d'une fumure bien équilibrée en ces trois éléments indispensables à la végétation : azote, phosphore, potassium.

M. Lazatu a voulu chercher si l'on ne pouvait pas, par des méthodes chimiques différentes de la vieille analyse classique des terres, déterminer les besoins d'un sol en éléments fertilisants. Il a consulté la feuille de la plante, et il a découvert qu'en analysant certaine partie on peut obtenir des indications sur les éléments qui manquent au sol. C'est une voie nouvelle de recherches capable de sérieuses applications pratiques.

***

Le Génie Rural voit depuis quelques années sa place grandir dans les travaux, les améliorations de la ferme. Parmi les premières préoccupations de l'agronome du siècle dernier, le drainage dominait, il était « à la mode », et c'était justifié car on venait de perfectionner ce précieux moyen de mettre en culture des terres marécageuses jusqu'alors inutilisables. Il y a sur notre sol de France assez d'anciens marais devenus de petites plaines toujours fertiles pour qu'on ne songe pas un instant à critiquer le drainage. D'autre part, il n'y a pas que les marais qui aient à profiter du drainage : M. Rolley rappelle dans une étude sur l'état actuel de la question du drainage, que les terres franches, reposant sur des argiles, tirent un grand profit du drainage comme toutes les terres simplement lon-

Digitized by Google

gues à se ressuyer et par suite lourdes et froides.

Par contre « éviter de drainer des sols médiocres que leur composition chimique rend impropre à la culture intensive car l'opération, dans les circonstances économiques actuelles ne serait pas rémunératrice.

Au sujet de la profondeur à adopter pour les drains, pas de règle absolue : elle est variable suivant les terrains, de 80 centimètres dans les terres très argileuses à 1 m. 50 et plus dans les terres franches. Prix de revient actuel : 1.200 à 2.400 francs l'hectare. Dépense très justifiée lorsque l'augmentation de production qui en résulte est seulement d'un quintal et demi de blé. C'est dire que beaucoup de terres sont encore à drainer en France, et le Ministère de l'agriculture continue à mettre ses services et même des subventions à la disposition des propriétaires qui veulent par le drainage contribuer à améliorer encore la bonne terre de France.

L'électrification des campagnes, plus que jamais maintenant que les agriculteurs de quelques communes en ont goûté les bienfaits, reste à l'ordre du jour. Tous les agriculteurs réclament en même temps l'électrification de leur commune. Cet empressement se comprend d'autant mieux qu'on vient soi-même de bénéficier de l'électrification. Dans les villes, il se trouve encore beaucoup de personnes qui pensent que l'agriculture n'a nul besoin de ces commodités qui semblent réservées à la civilisation la plus raffinée... Inutile de s'étendre ici sur le danger qu'il y aurait pour les habitants des grandes villes même à rendre le travail agricole moins attrayant. Rien de ce qui le facilite, de ce qui peut retenir l'ouvrier et la famille à la campagne ne doit être négligé à l'heure actuelle.

M. Préaud, ingénieur en chef du Génie rural, a exposé ici-même les excellentes choses qu'il y avait à dire sur l'électrification des campagnes par les réseaux de distribution.

Rien à modifier dans un exposé si précis et documenté. On peut toutefois attirer l'attention sur l'intérêt qu'il y a à favoriser l'utilisation par les agriculteurs des petites sources d'énergie hydraulique dont ils peuvent disposer, et il est certain qu'un nombre considérable de ceux-ci sont déjà entrés dans cette voie.

***

M. Jagerschmidt dont les agréables et instructives causeries forestières, devant le microphone de la Tour, sont si appréciées, a rappelé que la France paie un milliard et demi d'essence (1924) à l'étranger. Il insiste sur l'intérêt de la traction automobile par gazogène. Les essais de tracteurs à gazogène sont concluants en faveur du charbon de bois. Outre les exemples bien connus des tracteurs sur route, des rouleaux compresseurs des Ponts et Chaussées en Loir-et-Cher, M. Jagerschmidt cite un bateau qui dépense, entre Nantes et Angers, 500 francs de moins depuis qu'il est équipé au gaz pauvre de charbon de bois au lieu du charbon de terre.

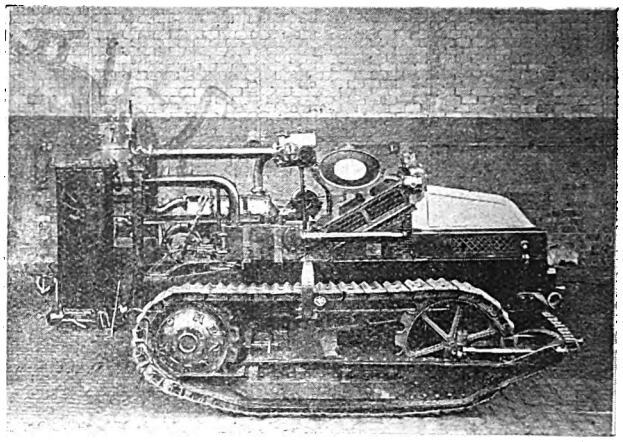


Fig. 286. — Tracteur à gazogène.

Pour les tracteurs agricoles, l'intérêt de la question est évident et peut-être ne manque-t-il que ce perfectionnement aux tracteurs pour qu'ils se répandent à profusion. Les études de MM. Ringelmann et Coupan se poursuivent et des constructeurs donnent déjà des appareils utilisables. On voyait notamment au dernier Salon de la machine agricole un tracteur Renault à gazogène.

Enfin l'application du gazogène à l'automobile ordinaire est chose faite et j'ai eu la bonne fortune de rencontrer une conduite intérieure portant à l'arrière à la place d'une malle, un gazogène à charbon de bois. Ce gazogène d'un modèle réduit, élégant même, n'avait eu d'autre inconvénient que d'altérer un peu la peinture du panneau arrière de la conduite ! Sommes-nous à la veille de voir le charbon de bois régner en maître sur les routes? Évitons toute prophétie utopique.

Une question préoccupe l'opinion, le déboisement. M. Jagerschmidt la traite lui-même et de la part d'un forestier la conclusion peut surprendre : « Il n'y a pas à craindre que l'emploi du gaz pauvre pour la traction automobile soit une nouvelle cause de déboisement. » La matière première se trouve abondante dans les résidus des exploitations forestières : tout le menu bois est abandonné sur les coupes où il pourrit, c'est ce déchet qui deviendra générateur de la précieuse énergie cherchée.

Traction automobile, traction animale se coudoient journellement sur nos routes. Que devient le cheval? S'il faut en croire M. de Pierre, dans son étude récente : *Le cheval, but actuel de l'élevage,*

Digitized by Google

la traction hippomobile est un peu plus économique que la traction automobile, mais l'auto a d'autres avantages incontestables qu'il ne conteste pas et parmi lesquels il ajoute malicieusement que l'automobile, moyen de transport plus moderne,

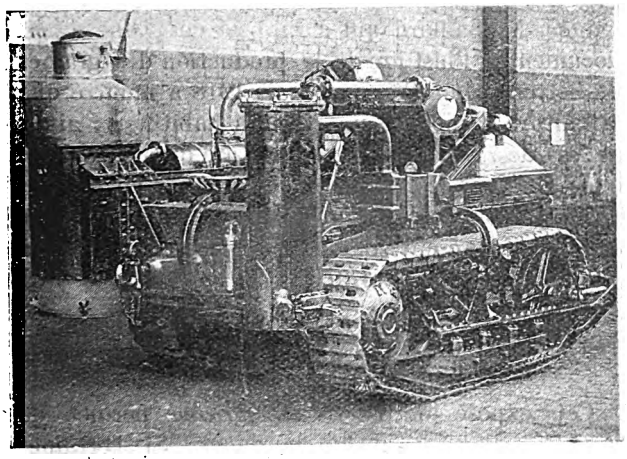


Fig. 287. — Tracteur à gazogène.

constitue même une réclame pour celui qui l'emploie.

La consommation des chevaux de trait par la culture des terres restera encore longtemps considérable : c'est vers la production de chevaux répondant à ce besoin que s'orientent les éleveurs. D'autre part, le cheval français a des qualités qui le font préférer dans le monde entier. Des reproducteurs sont exportés en grand nombre. Enfin, on doit noter que la reconstitution des régions libérées a absorbé un nombre considérable de chevaux. Ces raisons justifient le soin avec lequel l'Administration des Haras choisit ses reproducteurs et conserve ce patrimoine national dont le monde entier tire parti.

Depuis que les engrais azotés importés (nitrates du Chili) ont atteint des cours de plus en plus prohibitifs (180 francs les cent kilos) on se préoccupe de la fabrication d'engrais azotés synthétiques. M. de Seynes prévoit que la France fabriquera à bref délai tous ses engrais synthétiques ; il rappelle la composition de la cianamide, le premier engrais azoté fabriqué en France dès 1906, à Notre-Dame de Briançon (Isère).

Cet engrais contient 58 à 50 % de cianamide calcique, $CA_z^2C_a$, 20 à 22 % de chaux libre, 11 à 12 % de carbone, env. 9 % de silice-oxyde de fer, 0,1 à 0,3 % de carbure. On en produit 60.000 tonnes actuellement à Bellegarde, Lannemezan, Brignoud (Isère), Marignac (Haute-Garonne), Modane.

Depuis quelques années, on fabrique, à partir de la cianamide, l'urée qui est la diamide carbonique $CO\ (A_zH^2)^2$ obtenue en carbonatant la cianamide en suspension dans l'eau par les gaz des fours à chaux ce qui donne une solution de CAz^2H^2, cianamide libre, que l'action de l'acide sulfurique transforme en $CO\ (AzH^2)^2$ par fixation d'une molécule d'eau :

$$CAz^2H^2 + H^2O = CO\ (AzH^2)^2$$

Par l'addition de phosphate tricalcique à ce mélange acide on obtient aussi le « Phosphazote ».

La préparation de l'ammoniaque synthétique fournira dans six installations par les procédés Casale près de 80.000 tonnes (en NH^3) par an et comme le procédé Claude est d'autre part appliqué à la Grande-Paroisse, à Béthune (à Béthune 15 tonnes de sulfate d'NH^3 par jour actuellement) ; que, de plus, il sera appliqué par les Houillières de Saint-Étienne, par Commentry-Fourchambault et Decazeville, par les Usines d'Aniche, on voit quel sera bientôt la quantité d'engrais azotés synthétiques dont disposera l'agriculture en France. Ce jour, le Chili aura perdu son monopole de fait et l'Europe se sera affranchie de sa tutelle. Mais les besoins en azote croissent si vite qu'il est probable qu'il y aura preneur aussi bien pour les nitrates naturels que pour les produits azotés de synthèse.

***

Si l'on se préoccupe de fournir à l'agriculture des produits azotés, elle-même en fabrique dont certains donnent lieu à une industrie assez importante. C'est la caséine notamment, au sujet de laquelle un spécialiste, M. Dornic, consacre une étude spéciale. Il rappelle l'installation, en 1904, de la première fabrique en France par un industriel de Prague, M. Kirchener.

L'industrie de la caséine, maintenant au point, est intéressante, possible, même pour les petites laiteries. Trois sortes de caséine sont demandées par l'industrie :

1° La caséine industrielle ou lactique, obtenue par coagulation spontanée du lait écrémé en dix-huit ou vingt heures ;

2° La caséine pour objets plastiques imitant l'écaille, l'ivoire, la corne, le celluloïd, obtenue par précipitation au moyen de l'extrait de présure de la caillette de veau ;

3° La caséine soluble dans l'eau, ou caséine alimentaire, qui est la précédente additionnée de 1 k. 5 à 1 k. 6 de bicarbonate de soude par 100 kilos de caillebotte verte. Ce caséinate de soude est soluble dans dix fois son volume d'eau chaude.

La production de la caséine des laiteries syndiquées des Charentes, en 1924, a été de 2.539.000 kg. vendus 13.479.900 francs et M. Dornic constate que le lait écrémé dont la valeur était le dixième de celle du lait entier en devient la cinquième partie.

Digitized by Google

Mais M. Dornic ne nous dit pas la diminution qui résulte dans l'élevage du porc de cet accaparement d'une substance alimentaire — et très précieuse à ce point de vue — par les fabricants de peignes, de stylographes et de boutons.

M. Mazé, de l'Institut Pasteur, a résumé l'histoire des ferments lactiques, leurs caractères et leurs propriétés, et ce savant n'hésite pas à parler de l'importance des judicieuses pratiques que l'empirisme a introduites dans la technique laitière. Une fois de plus est montré que saisir un phénomène, le guider en se basant sur l'observation de ses conséquences, ce qui est le propre de la pratique qui ne comprend pas les causes, revient au même que de partir de la cause première pour dicter des règles à suivre dans une technique. Ce n'est pas à dire qu'il faille revenir aux méthodes qui ont exigé toute l'ancienneté du monde pour être formulées puisque nous pouvons, grâce à la science, progresser vite et tout aussi bien.

Le rôle des ferments lactiques dans la solubilisation de la caséine, bien élucidé à présent, conduit à préparer, à utiliser des ferments lactiques purs, puisque, en effet, les diverses pratiques routinières donnent les meilleurs résultats en aboutissant à favoriser le développement de ces cultures pures dans les fromages.

Aussi, un des plus importants perfectionnements de la laiterie consiste à utiliser un autoclave, à stériliser le lait, qui sert à entretenir sur lait stérilisé une provision de culture pure de ferments lactiques. Il faut, bien entendu, les précautions d'usage de la technique microbiologique, et recourir de temps en temps à l'achat de cultures pures à un Institut Pasteur ou à un laboratoire spécialisé.

Enfin parmi les progrès nouveaux de l'agriculture en France il convient de signaler la préparation des graines de betterave sucrière qui autrefois venaient — à peu près exclusivement — d'Allemagne. M. Saillard qui a rappelé dans une étude documentée l'histoire de la production des graines de betterave en France depuis 1918 a montré que la culture a modifié un peu ses habitudes ; ainsi, au lieu de 72.000 plantes à l'hectare on n'en cultive que 62.000 et le rendement en sucre n'en est pas diminué pour cela. D'autre part, les betteraves cultivées à présent sont un peu plus courtes, elles sont plus faciles à arracher.

***

Cet exposé de l'activité agricole permet de regarder l'avenir avec confiance. Si certaines habitudes routinières ne sont pas encore complètement déracinées, les grands progrès réalisés restent acquis définitivement et ouvrent la voie à de plus grands perfectionnements.

C'est en rendant le sol plus productif qu'on attachera le paysan à la terre, et qu'on parviendra le plus sûrement à enrayer le redoutable exode rural.

Laurent RIGOTARD,
Ingénieur agronome.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La matière aux pressions élevées. — Si on a beaucoup étudié l'influence de la température sur les propriétés des corps, on connaît sensiblement moins celle de la pression, dont l'examen exige une technique bien plus compliquée. Cependant ces dernières années, le Professeur P.-W. Bridgman de l'Université d'Harvard (États-Unis), disposant d'un outillage perfectionné, a réussi à réaliser des pressions relativement très élevées. Dans ces conditions d'observation absolument neuves, il est déjà parvenu à nombre de résultats dont il a donné un aperçu d'ensemble, lors du centenaire de l'Institut Franklin, en 1924 (1).

Aux hautes pressions, du point de vue changement de volume, un gaz et un liquide ne semblent guère se différencier. Sous 12.000 kgr. à la température ordinaire, les volumes respectifs de l'hydrogène et de l'hélium n'atteignent pas la moitié de ce qu'ils sont à la pression atmosphérique et au voisinage du zéro absolu. Les liquides organiques, dans leur ensemble, fournissent en moyenne une sorte de liquide idéal, qui se comporte approximativement comme un gaz parfait et jouit d'une propriété curieuse : au delà d'une certaine pression, par inversion du processus thermique, il est plus dilatable aux basses températures qu'aux températures élevées.

Les éléments solides, principalement les métaux, éprouvent des changements de volume qui, pour être en général moindres que ceux des liquides, ne sont pas toutefois dépourvus d'intérêt. On arrive le plus souvent à réduire le volume, plus qu'il ne le serait à la pression atmosphérique au zéro absolu, lorsqu'on considère toute agitation thermique disparue. La compressibilité du caesium aux hautes pressions est particulièrement importante; elle dépasse celle de l'éther.

Bridgman a étudié l'influence de la pression sur le point de fusion. De l'examen de 37 substances, il ressort qu'à toute température, on peut toujours trouver une pression où la solidification s'opère. Le liquide

(1) *Journal of the Franklin Institute*, août 1925, p. 147.

Digitized by Google

reste toujours plus compressible que le solide, fait qui semble assez naturel pour les liquides normaux, mais plus étrange dans de la glace, à la fois moins dense et moins compressible que l'eau.

Bridgman a fait des mesures de chaleurs latentes de fusion par voie indirecte. Il détermine les pressions de fusion correspondant à deux températures de fusion près du point de fusion normal, et il détermine les changements de volume. Les pressions en jeu ne s'élèvent qu'à quelques centaines d'atmosphères et leur étude n'exige qu'un appareil très simple. De même, à partir de la pression, la vitesse de transformation d'une modification dans une autre s'étudie plus aisément qu'à partir de la température. La température, en effet, ne peut se changer que lentement, et l'établissement de l'équilibre thermique demande un temps considérable. Au contraire, par un simple coup de pompe, on parvient à modifier la pression de toute quantité désirée, et uniformément. Par cette méhode, en se plaçant au voisinage immédiat d'un point de transition, Bridgman a étudié un grand nombre de transitions solides sous pression. Dans le cas de transformations polymorphiques, il n'a jamais relevé de point critique entre deux modifications solides.

Le phosphore a donné lieu à l'observation de phénomènes nouveaux. Dans des conditions convenables de pression et de température, il y a transformation du phosphore jaune ordinaire en une variété noire, de propriétés très analogues à celles du graphite et dont la densité dépasse d'environ 50 % celle du phosphore jaune primitif. On n'a pas encore élucidé le mécanisme de cette transformation irréversible et permanente, qui fournit un exemple jusqu'ici unique. Au sein de la masse du phosphore, on aperçoit une transformation intermédiaire accompagnée d'une légère perte de volume, et qui s'accélère jusqu'à ce que la structure entière, devenue instable, fasse place à la variété noire. On n'accentue pas la vitesse des phénomènes en introduisant dans la masse de phosphore jaune un germe de phosphore noir.

Bridgman a encore étudié l'influence de la pression sur la résistance électrique. En général, sous pression, les métaux deviennent de plus en plus conducteurs, leur résistance décroissant de moins en moins à mesure que la pression s'élève. Sous 12.000 kgr., la décroissance varie de 1 % ou moins pour des métaux comme le cobalt et le tungstène jusqu'à 70 % pour le potassium et le rubidium. Dans certains métaux, une augmentation progressive de la pression fait croître à la fois la résistance et le taux de la croissance. L'antimoine, considéré à angle droit de ses axes ternaires, et le caesium, se comportent différemment. Leur résistance croît, puis décroît après un maximum. D'après les effets de pression, beaucoup plus complexes que ceux de température, le mécanisme de la conduction électrique ne serait pas aussi simple que le laisserait prévoir la constance approximative du coefficient de température pour tous les métaux.

Quant à la conductivité thermique, elle est, selon les cas, fonction croissante ou décroissante de la pression. Le plus souvent, ses variations sont moins marquées que celles de la conductivité électrique; elles sont surtout importantes dans le cas des liquides, où 12.000 kgs peuvent doubler et même tripler la conductivité thermique.

Tous ces phénomènes, mis en évidence par Bridgman, sont des plus intéressants, encore que leur complexité interdise jusqu'à présent toute interprétation théorique générale. L'auteur songe à poursuivre leur étude aux températures extrêmes ainsi que dans les domaines organique et biologique, et il laisse en outre entrevoir tout le parti que la pratique de l'ingénieur pourra tirer, un jour ou l'autre, des résultats de la recherche à haute pression. S. V.

Chimie-physique

Transmutation du mercure en or. — 1. On a considéré longtemps l'atome comme un édifice stable, indestructible et insécable. La découverte de la radioactivité a montré que certains éléments chimiques sont le siège de transmutations successives. M. Nagaoka s'est demandé si l'on ne pourrait pas provoquer artificiellement de telles transmutations. En des expériences fort intéressantes, il semble bien qu'il ait réussi à réaliser le rêve des anciens alchimistes et obtenu des traces d'or à partir du mercure (*Le Journal de Physique et le Radium*, n° 7, juillet 1925).

2. On sait qu'on regarde aujourd'hui l'atome comme un système complexe, constitué par un nombre d'électrons N égal au numéro atomique gravitant autour du noyau positif dont la charge globale est Ne (e désignant la charge de l'électron). Si l'on admet que le noyau d'un atome comprenne un nombre de noyaux d'hydrogène égal au poids atomique A, il est naturel de supposer que le nombre d'électrons qu'il enferme soit A.-N, N désignant le numéro atomique. Sous l'action d'un champ électrique, les électrons et la partie positive du noyau vont tendre à se déplacer en des sens opposés. Avec des champs suffisamment intenses, on peut espérer produire un ébranlement assez violent pour provoquer la rupture du noyau et entraîner la désintégration de l'élément.

Sans doute, les champs nécessaires pour dissocier complètement l'atome en ses atomes d'hydrogène constituants, seraient formidables. Mais avec les champs réalisables au laboratoire, M. Nagaoka a pensé qu'on pourrait peut-être détacher une partie du noyau et passer d'un élément à un autre dont le numéro atomique fût moindre de une ou deux unités. De telles transformations modifieraient profondément les propriétés de l'atome. Ainsi, il suffirait de projeter un proton hors du noyau de l'atome de mercure ou d'y introduire un électron pour obtenir un atome d'or. Une estimation grossière montre que le champ nécessaire doit atteindre plusieurs millions de volts par centimètre.

3. L'obtention de champs électriques aussi intenses ne paraît pas impossible. « Dans des expériences faites avec M. Sugiura, écrit M. Nagaoka, sur la détermination exacte des longueurs d'onde des raies du fer, nous eûmes l'occasion d'employer un arc fer-carbone sous 500 volts, stabilisé au moyen d'une self-induction en série et d'une capacité placée en parallèle. A notre grand étonnement, nous trouvâmes que beaucoup de raies subissaient un effet Stark intense au voisinage des électrodes. En essayant différents métaux comme anode, nous pûmes exagérer encore cet effet. C'est ainsi qu'avec un arc de longueur 4 cm. entre électrodes d'argent, nous atteignîmes, sous 140 volts, un champ de 200.000 V.-cm., 5.000 fois plus grand que le champ moyen appliqué. D'après les spectrogrammes, un tel effet doit être attribué à la formation d'une couche très mince située tout contre les électrodes. Il était nécessaire d'employer de petits globules d'argent pour obtenir un champ si intense. Comme le mercure peut facilement être obtenu en fines gouttelettes, il nous a semblé qu'avec un voltage total suffisant, le champ nécessaire pour la transmutation pourrait être obtenu dans un espace étroit auprès des électrodes. »

M. Nagaoka disposa dans l'huile de paraffine un écla-

Digitized by Google

teur dont les deux électrodes étaient l'une en fer, l'autre en mercure pur; il établit entre elles la tension d'une bobine d'induction donnant dans l'air une étincelle de 120 cm. La décharge eut d'abord l'aspect d'un arc et entraîna une production intense de gaz et de particules de charbon. Le mercure se transforma graduellement en petits globules jusqu'à former avec l'huile une masse pâteuse noire. La décharge étant analogue à celle décrite précédemment, il est probable que les atomes de mercure dans le voisinage immédiat des électrodes sont soumis pendant ce violent bombardement à un champ électrique intense.

Après une décharge de quatre heures environ, la réaction de la pourpre de Cassius, nettement positive, révéla la présence de l'or. On put même extraire de la pâte noire de très petites particules d'or.

Pour éviter les impuretés que renferme toujours le fer, M. Nagaoka a ensuite substitué à ce métal du tungstène exempt de thorium, et contenant comme impureté des traces de fer. Pour déceler la présence d'or dans le produit du bombardement, il a utilisé, non plus les méthodes chimiques, toujours longues et pénibles, mais la production d'un verre rubis d'or colloïdal.

4. Le courant primaire de la bobine d'induction est de l'ordre de 25 à 30 ampères; la longueur d'étincelle dans l'air est d'environ 1 m. et le courant de décharge 10 milliampères. Il semble tout à fait probable qu'une valeur minima de la tension soit nécessaire. L'augmentation de la capacité présente un avantage très net dans le processus de transmutation. Peut-être celle-ci pourrait-elle être obtenue pour des tensions plus faibles en employant une capacité suffisante. Mais le récipient utilisé n'avait pas une résistance mécanique suffisante pour supporter une puissante décharge. Pour obtenir l'or en quantité suffisante à la détermination du poids atomique, la principale difficulté à vaincre réside actuellement dans la construction du récipient à décharge. De la valeur de ce poids atomique, on pourrait probablement déduire lequel des isotopes du mercure s'est transformé en or.

5. Dans une autre série d'expériences, au lieu de produire des gouttes de mercure par la décharge, M. Nagaoka les a obtenues en introduisant le mercure à travers un petit orifice à l'intérieur d'un récipient à décharge contenant de l'huile. Les gouttes tombaient sur une électrode de fer et de là sur une autre placée au-dessous. La décharge passe alors à travers les gouttes entre les électrodes. L'analyse chimique a révélé dans le carbone et le mercure ainsi traités de très petites quantités d'or et surtout d'un métal blanc, soluble dans l'acide azotique, qui rappelle l'argent. Ainsi il semble que l'application d'un champ électrique intense à des atomes de mercure puisse produire des désintégrations de diverses natures.

Dans les minerais trouvés à la surface de la Terre, l'or se rencontre moins souvent avec le mercure qu'avec l'argent. Si l'on se reporte au processus cosmique qui a donné pour la première fois naissance aux différents éléments, les observations précédentes peuvent avoir une signification importante dans l'histoire passée des atomes.

6. « La transmutation des différents éléments ouvrira un nouveau domaine de recherches, conclut M. Nagaoka et donnera naissance à d'importantes applications scientifiques et industrielles, si elle peut finalement devenir un problème technique. » A. Bc.

Navigation

Le Canal de Panama. — Durant l'année se terminant au 30 juin dernier, 24 pavillons ont figuré dans le trafic du Canal de Panama, ce sont les Etats-Unis et l'Angleterre qui ont prédominé. Le nombre des navires qui ont passé dans le canal s'est élevé à 4.673, transportant environ 24.000.000 tonnes de marchandises. L'Angleterre figurait avec 1.211 navires et 5.917.058 t. de charge. Les Etats-Unis transportaient 54,5 % du trafic total et l'Angleterre 24,6 %. Puis venaient le Japon, avec 3,9 %, la Norvège, 3,5 %; l'Allemagne, 3,4 %; la Hollande, 2,5 % et la France 2 %. Les pavillons de l'Argentine, de la Belgique et du Nicaragua n'ont pas paru dans le Canal en 1924, en 1925 ils figurent cependant dans le trafic. Les recettes totales se sont élevées à 13.465.924 dollars contre 16.307.948 dollars en 1924.

Des 4.673 navires qui ont passé dans le Canal, 4.300 étaient à vapeur, 332 des navires avec moteurs à pétrole et 41 des bateaux à voile. Des 4.300 navires à vapeur, 2.984 consommaient du pétrole, 1.296 du charbon et 20 étaient disposés pour brûler indifféremment les deux combustibles. La moyenne journalière des éclusages était de 12,7 à Gatun et 13,3 à Miraflores. Le passage des cuirassés anglais Hood et Repulse, en juillet 24, a établi de nouveaux records pour les dimensions des navires transportés. Il se produisit encore des éboulement et il fallut enlever environ 600.000 m³ de sables. Le personnel occupé par le Canal et le chemin de fer parallèle est passé de 11.511 en juin 1924 à 12.370 en juin 1925. (*Engineering*, 27-11-25.) E. P.

Statistique

Le Cacao, sa production et sa consommation. — Une étude récente due à M. Edouard Payen (*Économiste français*, 31 oct.) donne des renseignements qui complètent ceux parus déjà ici (1).

Voici les productions de 1923 et de 1924 d'après *Gordian*.

Tonnes	1923	1924
Côte de l'Or	197.234	198.000
Brésil	65.329	65.600
San Thomé	12.786	19.900
République Dominicaine	30.415	24.000
Équateur	30.415	30.200
Trinité	30.699	27.000
Venezuela	22.600	29.000
Lagos	33.342	31.000
Grenade	4.000	3.700
Fernande Pô	7.200	6.500
Ceylan	3.500	3.200
Indes Hollandaises	1.148	1.200
Haïti	2.300	3.200
Guyane Hollandaise	1.550	1.400
Jamaïque	2.163	2.500
Cuba	500	100
Dominica	250	220
Congo Belge	700	700
Santa Lucia	660	600
Costa Rica	3.000	2.700
Colonies françaises	7.200	7.200
Autres pays	7.000	7.200

Les nombres ci-dessus ne concordent pas avec ceux provenant d'une autre source de renseignements mais les estimations concordent pour l'évaluation de la production totale à environ 460 mille tonnes.

On sait que le plus gros producteur est depuis quelque temps la *Gold Coast* qui figure en tête de la statistique.

D'autre part, l'*Économiste français* remarque la pres-

(1) Voir *Revue Scientifique* 1925, n° 19, 10 octobre, p. 666.

Digitized by Google

que complète disparition de la production du Mexique, pays qui importe aujourd'hui 1.550.000 kilogrammes de cacao (1924).

Voici la consommation des principaux pays importateurs, en 1913, 1923, et 1924.

Tonnes	1913	1923	1924
États-Unis	67.595	181.862	168.000
Allemagne	51.053	50.749	84.000
Hollande	30.016	39.083	38.400
Grande-Bretagne	27.586	50.607	52.000
France	27.774	38.345	40.000

Enfin, voici la consommation du cacao en France, exprimée en kilogrammes par 100 habitants, d'après l'annuaire statistique de la France. Les principaux nombres qui jalonnent la période 1831-1924 montrent le rapide développement de cette consommation qui est en 1924 près de 170 % de celle de 1913.

L'accroissement de la consommation, est marqué par les nombres de kilogrammes ci-dessous :

1921	36.312.800
1922	38.306.600
1923	38.251.500
1924	43.296.600

En rapprochant cette consommation de plus de quarante trois mille tonnes de la production des Colonies françaises, 7.200 tonnes, on peut se faire une idée du débouché que les cacaos récoltés dans nos colonies pourraient trouver dans la métropole. L. R.

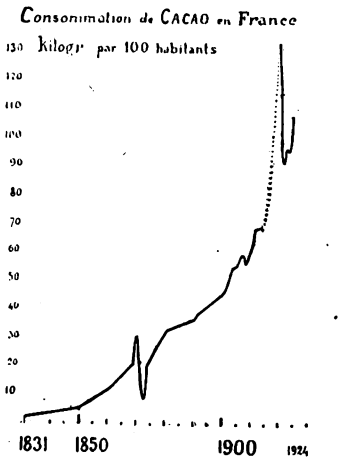


Fig 288.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Le Graphite de Madagascar. — Le Graphite est l'un des minéraux les plus importants de Madagascar. Les indigènes en connaissent l'existence depuis une époque très reculée, mais ils l'utilisaient uniquement pour noircir leurs poteries. (*L'Écho commercial et industriel de France et des Colonies*).

Ce n'est qu'en 1907 qu'un colon, M. Léon Suberbie, commença l'exploitation des gisements voisins de la capitale.

La production fut développée par la guerre, et atteignit son maximum en 1917 avec le chiffre important de 35.000 tonnes.

Les exportations furent très réduites à la fin des hostilités, à cause des stocks amoncelés partout, et par suite de la grande crise industrielle mondiale. Elles ont repris et suivent depuis quelques années une courbe ascendante rapide comme le montre le tableau suivant :

	(Tonnes)
1919	4.983
1920	4.423
1921	6.220
1922	6.675
1923	10.768
1924	11.556
1925	14.980

Madagascar est en état, de l'avis de tous, de pourvoir rien qu'en produits de première qualité, à la consommation. Le graphite de Madagascar se présente cristallisé généralement en paillettes de 1 à 3 mm., accompagnant ou remplaçant le mica dans les gneiss.

Parfois, il se forme de petits lits où le graphite se concentre. Dans ce cas, son état de cristallisation est moins complet. Le minerai abattu contient ordinairement de 3 à 8 % de graphite. D'une façon générale, dans la région des plateaux, on n'entreprend pas d'exploitation là où la teneur est inférieure à 7 %.

Par contre, dans les mines voisines de la côte, les facilités de lavage permettent d'avoir des entreprises rémunératrices avec les teneurs de 5 et même 3 %.

Les principaux gisements exploités se trouvent, d'une part, sur les hauts plateaux dans les provinces de Tananarive, Antsirabé, Ambositra et Fianarantsva, et, d'autre part, sur la côte, dans les provinces de Tamatave, Moramanga, Vatomandry, Mananjary, Farafangana.

En général, l'exploitation se fait à ciel ouvert. Dans les gisements où le pendage est voisin de la verticale, on attaque la lentille par une galerie, si l'on est dans une région fournissant les bois nécessaires au soutènement des travaux souterrains.

La première opération qui s'impose est de concentrer le minerai tout venant. C'est ce que l'on fait en pratiquant le débourrage, puis le lavage qui donnent un produit contenant de 60 à 70 % de carbone, et même 80 à 85 % suivant les cas. L'opération de raffinage qui a lieu ensuite permet d'enlever une partie des impuretés restantes et d'arriver au type définitif d'exportation qui contient en général au moins 85 % de carbone. Un raffinage plus complet permettrait d'arriver à 99 % et même 99,9 % de carbone, mais le prix très élevé des acides dans la colonie ne permet pas son application sur place. Cette opération est faite par les pays importateurs. D'ailleurs, dans la fabrication des creusets, cette teneur en cendres silico-alumineuses n'est pas un inconvénient, puisque la pâte du creuset doit être composée d'un mélange de graphite et d'argile.

La seule concurrence qui se présente pour Madagascar quant à la production du graphite, est celle de Ceylan qui fut longtemps le seul producteur de graphites cristallins. Mais Ceylan marche aujourd'hui de pair avec Madagascar sur le marché mondial. C'est que, malgré

Digitized by Google

les avantages que possède la colonie anglaise au point de vue de la main-d'œuvre, l'exploitation de ses mines est rendue très difficile par les conditions naturelles : au lieu de se présenter en surface comme à Madagascar, le minerai se trouve à Ceylan en profondeur, de sorte qu'il nécessite des exploitations souterraines, généralement de 17 à 20 mètres, et jusqu'à 200 mètres de profondeur. Une autre différence essentielle est que les dépôts de Madagascar consistent en une matière décomposée, tendre, d'extraction facile, et composée principalement de graphite et de silice. La séparation en est extrêmement simple, au lieu que le dépôt de Ceylan se présente, excepté près de la surface et pour quelques mètres de profondeur, généralement en roche dure, laquelle doit être débitée avec la dynamite ou d'autres explosifs.

Les ingénieurs américains, dans leurs laboratoires officiels, ont fait en toute impartialité la comparaison au point de vue industriel des deux graphites de Madagascar et de Ceylan. Les dernières recherches ont porté sur les essais de fusion de l'acier et du laiton. La composition des creusets était uniformément :

Graphite	50 %
Argile lavée du Kentary	13 %
Argile lavée du Missouri	27 %
Sale	10 %

Madagascar a donné, dans la première série d'essais (fusion de l'acier), les mêmes résultats quantitatifs de Ceylan, tous les creusets ayant subi avec succès l'épreuve complète dont la durée a été de 3 heures 37. Dans les essais relatifs à la fusion du laiton, les graphites malgaches se sont classés seconds, après ceux de l'Alabama (États-Unis) et avant ceux de Ceylan.

Pour éviter que certains producteurs ne livrent les produits médiocres, le gouverneur général de Madagascar a constitué, par un arrêté en date du 15 mars 1923, une commission officielle des graphites. Les producteurs peuvent, sur simple demande, obtenir le plombage de leurs sacs avec une analyse délivrée par le laboratoire officiel de chimie. De plus, si la qualité du graphite le permet, le producteur peut obtenir le plombage suivi de l'estampillage à la marque « graphite standard Madagascar I ». Le « Journal Officiel » du 18 mars 1926 a indiqué dans quelles conditions cet estampillage peut être obtenu. Il faut :

1° Teneur en cendres, 13,5 % maximum;
2° Reliquat sur tamis, 60,98 % maximum;
3° Aspect propre au toucher et à l'œil.

Depuis le 29 avril 1924, de nouvelles garanties sont données aux acheteurs. En effet, la Commission officielle des graphites a décidé, dans sa séance du 29 avril 1924, et le gouverneur général l'a homologué dans un arrêté spécial, la faculté pour l'acheteur de faire plomber par la douane après analyse officielle, les graphites à moins de 20 % de cendres (double plomb de la douane) et les graphites à moins de 15 % de cendres (triple plomb de la douane). L'application de ces plombs supplémentaires se fait dans les conditions prévues pour le plomb du graphite standard I. L. Fr.

Chimie industrielle

Carbonisation à basse température aux mines de la Sarre. — M. J. Sainte-Claire-Deville, Directeur des Laboratoires Centraux de l'Administration des Mines Domaniales françaises de la Sarre, a présenté, le 19 décembre 1925, dans une remarquable conférence, les résultats des recherches entreprises aux dites mines sur la carbonisation à basse température.

Les résultats obtenus sont très encourageants.

L'usine expérimentale comprenait :

1° Une installation de broyage et de manutention; 2° Deux fours Salerni de 15 tonnes par jour; 3° Une installation pour la récupération des essences d'après le procédé Bregeat à la tétraline; 4° Un réservoir à goudron; 5° Un gazomètre; 6° Un gazogène à coke pour le démarrage des fours; 7° Une usine pour l'agglomération du semi-coke; 8° Un générateur à vapeur; 9° Un laboratoire.

Bien que cette usine n'ait pas été dotée de deux ateliers complémentaires indispensables savoir :

1° L'atelier de traitement des goudrons;

2° L'atelier de lavage permettant la récupération des résidus de la carbonisation des produits pauvres;

M. J. Sainte-Claire Deville a été suffisamment édifié par les constatations qu'il a faites au cours des essais longuement poursuivis sous sa direction.

Sans entrer dans le détail des divers rendements obtenus, nous reproduirons la conclusion du distingué Directeur des laboratoires des mines de la Sarre.

***

« Nous assistons depuis quelques années à un effort colossal des pays de l'Europe Centrale, pauvres en gisement de pétrole naturel, pour s'affranchir des importations ruineuses de carburants liquides. Quel peut être le rôle de la carbonisation à basse température dans la solution de ce problème d'intérêt national ?

Je crois que la réponse n'est pas douteuse. Si elle n'est pas « la solution », car il n'existe pas de solution unique à ce grave problème, elle est une des solutions partielles dont la somme doit peu à peu nous permettre de nous rendre maîtres de la situation. J'ajouterai même que, loin de faire une concurrence dangereuse aux autres solutions qui ont été proposées, elle s'harmonise avec elles et leur apporte un concours précieux... Notre extraction française annuelle de combustibles minéraux approche actuellement de 50 millions de tonnes (1). Supposons que sur ce chiffre un centième seulement, c'est-à-dire en chiffres ronds 500.000 tonnes passent actuellement au four de basse température. Ce chiffre est des plus modestes, il serait réalisé par 10 usines à 200 tonnes par jour.

L'opération du débenzinage du gaz de distillation, à elle seule donnera près de 10 litres par tonne, c'est-à dire 50.000 hectolitres d'une essence de qualité supérieure, dont l'emploi pourrait presque être envisagé dans les moteurs d'aviation. C'est peu par rapport à notre consommation, mais nous n'avons pas le droit d'en faire fi. Je porte pour mémoire les autres produits utilisables qui peuvent être obtenus par le simple fractionnement du goudron, et qui augmentent sensiblement le chiffre donné ci-dessus.

A ceux qui s'intéressent aux procédés de craking simple ou perfectionné par l'emploi de catalyseurs, nous offrons comme matière première le goudron de basse température, lequel peut, préalablement, être déshydraté et désessencié, et nonobstant donner une nouvelle récolte assez importante de carburants légers.

(1) Quantité qui tend heureusement à augmenter et qui augmenterait davantage si l'on exploitait des gisements de lignite encore abandonnés.

Digitized by Google

A ceux qui voient le salut dans l'application en grand des procédés Bergius relatifs à l'hydrogénation sans pression, nous signalerons des travaux récents effectués en Hollande (1) et en Angleterre (2). De ces recherches, il résulte que le semi-coke dont la réactivité est bien connue, s'hydrure plus facilement que le charbon. Les essais ont été pratiqués avec du semi-coke de lignite, mais il est bien probable qu'il en serait de même avec du semi-coke de houille. Si, pour faciliter l'opération, il faut mélanger le charbon avec un produit carburé liquide, on pourrait avoir recours économiquement aux déchets de lavage des produits dérivés du goudron primaire.

La question de l'emploi des alcools comme carburants est suffisamment connue et la production synthétique des alcools méthylique et éthylique commence à entrer dans la voie de la réalisation industrielle. Mais, si les alcools purs sont d'un emploi possible dans les moteurs, les alcools carburés sont certainement supérieurs. Il n'est pas indifférent de faire observer que les essences dérivées de la carbonisation à basse température sont plus miscibles à l'alcool que celles dérivées des pétroles, en raison de la présence d'une certaine proportion de carbures aromatiques qui servent de tiers-solvants. Le fait a été confirmé, sur notre demande, par les études de M. Aubert, chef des travaux pratiques de physique à la Sorbonne.

Enfin, indépendamment même de l'Industrie des carburants, le goudron de basse température peut être, pour notre industrie chimique, une matière première de provenance intérieure et dont l'exploitation, encore à peine connue, peut avoir des perpectives intéressantes. Tout le monde sait ce qu'on est arrivé à tirer du goudron de cokerie et d'usine à gaz. Le goudron de basse température, également extrêmement complexe, est composé de substances en général très différentes. Il y aurait grand intérêt à ce que, sous les auspices de la Société de Chimie Industrielle, on pût entreprendre l'étude de ce goudron, considéré comme matière première. Ce travail exécuté, avec des connaissances chimiques et industrielles étendues, pourrait être conduit dans un esprit beaucoup moins étroit qu'il ne l'a été par de simples exploitants de mines tels que nous.

⁂

Il n'y a pas, dans la vie d'un grand peuple, que périodes d'économie normale. Il y en a aussi, hélas, où il faut faire flèche de tout bois, et où les considérations de prix de revient deviennent secondaires devant la question de vie ou de mort pour une nation. Je n'en dirai pas plus, nos souvenirs à tous étant trop récents.

En pareil cas, que peut-on attendre de la carbonisation à basse température ? Je n'hésite pas à dire : beaucoup, mais à une condition, c'est qu'elle ne soit pas l'objet d'une improvisation laborieuse et hâtive, entreprise seulement au moment du besoin. Il faudrait qu'il existât déjà, en différents points du pays, quelques centres de réalisation, dont le rôle serait de mettre au point un matériel bien étudié et d'entretenir un petit noyau de personnel technique connaissant bien cette industrie spéciale. En temps normal, ils ne fonctionneraient que dans une mesure restreinte, c'est-à-dire dans les cas particuliers que nous avons définis, dans lesquels l'exploitation des combustibles par ce procédé permet un bénéfice réel ; mais leur fonctionnement intensif et même leur extension pourrait être prévue.

⁂

Il me semble qu'on puisse résumer ainsi l'opinion qu'on peut se faire à présent sur la carbonisation à basse température. Pas d'emballement, pas de dithyrambes, pas d'extrapolations ambitieuses jonglant avec les millions de tonnes, mais aussi pas de dénigrement systématique et pas de condamnation superficielle. Il reste, comme moyen terme, le perfectionnement méthodique et patient d'une branche d'industrie encore très jeune, en ne perdant pas de vue que les cas les plus intéressants sont ceux où elle présente le caractère d'une véritable récupération et ne fait aucun tort au reste de l'économie nationale. »

Les recherches et surtout les essais à grande échelle que nous avons contrôlés aux mines de Laluque, nous permettent de nous associer sans restriction aux conclusions de l'éminent chimiste. Nous ajouterons simplement que tous les combustibles ne paraissent pas susceptibles de subir avec profit l'opération de carbonisation et qu'il faut, pour chacun, étudier le four et la cornue qui conviennent le mieux à ses propriétés physiques et à sa constitution chimique.

Quant à la récolte des goudrons, nous pensons qu'il vaudrait mieux la remplacer par un traitement catalytique approprié des gaz et des vapeurs à la sortie même des cornues industrielles.

Edmond MARCOTTE.

Métallurgie

La soudure électrique. — Primitivement, on n'employait la soudure électrique que pour des réparations telles que la soudure des pailles et des criques dans les moulages de fonte. On employait un arc électrique développé entre un conducteur métallique et les deux parties de l'objet à souder, la chaleur produite amenait le conducteur et le métal à la cassure à la température nécessaire pour opérer la soudure. Cette soudure présentait approximativement la même résistance que le métal primitif ; soumise aux essais, la soudure électrique satisfaisait aux conditions les plus sévères. Ces réparations cependant étaient presqu'entièrement faites à la main et la qualité de la soudure dépendait essentiellement de l'adresse de l'ouvrier. On reconnut immédiatement que pour réduire les frais de la soudure électrique, il fallait arriver à employer un procédé mécanique éliminant autant que possible la main-d'œuvre. On imagina différents types d'appareils de soudure et aujourd'hui, on est arrivé à simplifier largement par la soudure, la fabrication des petits objets métalliques et à en réduire le prix. Ce sont les appareils à souder en se basant sur la résistance de contact qu'on tient actuellement pour les plus avantageux pour faire la soudure. Les appareils à souder basés sur la résistance de contact sont fabriqués sous 3 types. Le principe est le même dans les 3 types : deux pièces de métal sont serrées l'une contre l'autre et le courant passe par leur contact. Le courant les élève rapidement à la température de soudage et la pression les soude. Le courant est alors automatiquement coupé et le métal refroidit toujours sous l'action de la pression. Quand le refroidissement est suffisant, on interrompt la compression des deux parties métalliques qui sont parfaitement soudées

(1) Watermann et Kortlandt, *Brennatoff-Chemie*, 1925, p. 63.

(2) D. G. Skinnen et J. I. Grahnn, *Fuel in Science and Practice*, 1925, p. 474.

Digitized by Google

ensemble. Cette soudure peut remplacer le rivetage et on l'emploie souvent pour faire des soudures par recouvrement, et pour souder les charpentes métalliques. L'appareil à souder est muni de deux électrodes refroidies par un courant d'eau et dont l'une est mobile. On exerce la pression au moyen d'une pédale qui fait saisir aux électrodes les parties qu'il faut souder. Le courant amène le métal à la température nécessaire à la soudure, un léger mouvement des électrodes serre l'une sur l'autre les parties échauffées et la soudure est faite.

On peut aussi faire cette soudure d'une façon continue et obtenir des tonneaux en acier, des réservoirs et des ustensiles.

Il y a encore d'autres appareils de soudure pour opérer la soudure de fortes longueurs de fils, de profilés et pour faire ces articles où les frais de forgeage seraient trop élevés et où l'assemblage mécanique serait insuffisant. Pour faire la soudure, on saisit les deux extrémités des pièces à souder et les presse l'une contre l'autre tant que le courant les élève à la température de soudure. Quand la soudure est faite, le courant est coupé et le métal refroidit lentement. L'emploi de ces appareils réduit considérablement les frais de fabrication. (*Iron Monger*, 20-11-25.) E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 août 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les fonctions de Legendre de première espèce et certaines fonctions associées.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *Jacques Chapelon* (trans. par M. G. Kœnigs). — **Sur les minima des formes quadratiques.**

SPECTROSCOPIE. — *S.-P. de Rubies* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le spectre d'arc de l'europium. Mesures faites à la pression normale, entre 3.500 et 3.100 I. A.**

L'auteur indique quelques raies nouvelles de l'europium. Le spectre d'arc de cet élément donné par Eder avait montré la pureté du produit obtenu par M. Urbain. Kayser, en 1924, avait réuni les mesures d'Exner, de Haschek et de Eder, mais en laissant de côté toutes les raies d'intensité 1 (500 environ).

M. de Rubies a étudié, outre l'europium pur, des fractions Eu — Gd et Eu — Sm obtenues également par M. Urbain. Il a retrouvé toutes les raies décrites par Exner et Haschek et celles du spectre de l'europium d'Urbain décrites par Eder, mais un certain nombre de raies de l'europium d'Auer décrit par Eder font défaut.

Un tableau indique les raies nouvelles mesurées par l'auteur et qui devront être incorporées aux spectres de l'europium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Budnikoff* (trans. par M. Henry Le Chatelier). — **Activation des variétés inertes de sulfate de calcium.**

L'anhydrite naturelle et le sulfate de calcium obtenus en cuisant le gypse entre 400° et 750° ne font pas prise avec l'eau, mais on peut leur communiquer cette propriété en faisant intervenir certains catalyseurs.

Les expériences ont été faites sur du gypse calciné entre 600° et 700° pendant 4 heures. Un plâtre passant au tamis de 6.000 mailles, additionné de 2 p. 100 du mélange $NaHSO^4$ et $CuSO^4$ a donné une résistance à la compression de 67 kg. à 21 jours; avec le catalyseur $NaHSO^4$ les résistances ont atteint 500 kg. par centimètre carré.

Le gypse non cuit, broyé finement (tamis de 9.000 mailles) additionné de 0,3 p. 100 de catalyseur a donné un mortier qui s'est durci spontanément et dont la résistance finale a été de 70 kg. L'auteur attribue ce durcissement à la recristallisation résultant de la solubilité plus grande des grains très fins.

— *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination par voie ébullioscopique de la constante d'équilibre relative à la formation des complexes engendrés par le cyanure mercurique.**

Cette étude a conduit les auteurs à conclure que l'affinité du cyanure mercurique pour les halogénures alcalins est faible à 100°. C'est ainsi qu'à la concentration globale 1 M pour chaque constituant dans le mélange, il y a 40,5 pour 100 de ceux-ci combinés pour le couple $(CN)^2Hg$ — BrK, et seulement 9 pour cent pour le couple $(CN)^2Hg$ — ClK quand on emploie la règle des mélanges. Cette proportion s'abaisse à 27 pour 100 pour le premier couple, quand on rapporte les élévations au poids d'eau; tandis que pour les couples IK—I^2,ClK—I^2 qui donnent des complexes de même type que les précédents, il résulte des données de M. P. Job qu'à la concentration 1M, et à la température ordinaire, il y a 96 pour 100 pour le premier et 58 pour 100 pour le second, de constituants combinés.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *André Job* et *Antoine Cassal* (trans. par M. Ch. Moureu). — **Préparation d'un chrome-carbonyle par l'intermédiaire d'un magnésien.**

Les auteurs avaient précédemment émis l'hypothèse de l'existence d'un chrome-carbonyle, au cours d'une étude sur la fixation de l'oxyde de carbone sur le bromure de phényl-magnésium par l'intervention catalytique du chlorure chromique.

Ils ont réussi à isoler le chrome-carbonyle et ont constaté qu'il n'est pas l'agent catalytique de la réaction, mais seulement un produit secondaire, stable, et dont la stabilité même assure la séparation. Ce composé de chrome est incolore, cristallisé dans le système orthorhombique, assez soluble dans le $CHCl^3$ et CCl^4, se sublimant dès la température ordinaire.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Hackspill* et *H. Pinck* (trans. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le déplacement du cæsium et du rubidium par le fer.**

Le fer déplaçant facilement le potassium et le sodium de la plupart de leurs sels, dans certaines conditions spéciales (*C. R.* 180, 1925, p. 67), les auteurs ont pensé qu'il en serait de même avec les sels de cæsium et de rubidium. L'expérience a confirmé l'hypothèse. Ils ont constaté que, d'une façon générale, les sels de métaux alcalins rares, bien qu'ils donnent naissance à une absorption de chaleur supérieure, réagissent plus rapidement à une température plus basse que celle nécessaire pour les sels de potassium et de sodium. La réaction commence toujours à une température inférieure au point de fusion du sel. Dans le cas du sulfate de cæsium (P. F. 1019°) il y a déjà un léger dégagement de métal alcalin à partir de 750°. L. Franchet.

ŒNOLOGIE. — *L. Semichon* et *Flanzy* (prés. par M. Lindet). — **Sur les pectines des raisins et le moelleux des vins.**

L'examen d'un grand nombre de moûts et de vins a montré que les moûts de raisins ne contiennent que des pectines et que les vins ne contiennent que des gommes ou un mélange de pectines et de gommes.

Les pectines permettent de distinguer les vins de liqueur naturels, obtenus par surmaturation et passerillage, des vins de liqueur de concentration artificielle. Les gommes

Digitized by Google

distinguent les vins de liqueur ayant partiellement fermenté des mistelles ou mutés à l'alcool. Les doses de pectine varient avec les cépages. On peut rendre moelleux des vins secs en chauffant le marc frais avec une partie du moût : son acidité transforme la pectose en pectine soluble.

PHYSIOLOGIE. — *Mme Eliane Le Breton* et *Charles Kayser* (prés. par M. Roux). — **La loi des tailles et la respiration des tissus *in vitro* chez les homéothermes.**

Dans la respiration des tissus *in vitro*, le rôle des facteurs d'intensité étant supprimé, les différences constatées d'une espèce à l'autre démontrent que chez les homéothermes la grandeur de la consommation d'oxygène par kilogramme *in vivo* est fondamentalement conditionnée par la constitution même du protoplasme.

On ne peut donc penser avec certains physiologistes, disent les auteurs, « qu'il faut abandonner toute idée de considérer comme un élément important de la loi qui régit l'intensité du métabolisme basal chez les homéothermes une variation quantitative, et peut-être même qualitative de la masse active » (Terroine), ni rapporter les différences constatées d'une espèce à l'autre aux seuls facteurs d'intensité.

ENTOMOLOGIE. — *J. Pelosse* (transm. par M. Ch. Gravier). **Sur les Entomostracés de la faune pélagique du lac du Bourget (Savoie).**

Les Entomostracés pélagiques du lac du Bourget apparaissent constitués : 1° par une majorité généralement considérable de *Diaptomus gracilis* ; 2° par des minorités plus ou moins importantes d'espèces permanentes (*Cyclops strennus, C. Leuckarti, Daphnia hyalina, Bosmina coregoni, Diaptomus laciniatus*, etc., et d'espèces plus ou moins saisonnières (*Sida crystallina* et surtout *Diaphanosoma brachyurum*).

Si l'on compare la faune pélagique du lac du Bourget avec celle du Léman, on peut remarquer que l'on ne paraît pas rencontrer *Diaphanosoma* dans ce dernier ; mais on y trouve *Sida crystallina* var. *limnetica* et la forme *gabata* de *Daphnia hyalina*.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur la flacherie du Ver à soie et ses causes.**

L'étude histo et cytopathologique par les méthodes mitochondriales a permis à l'auteur de préciser la nature des lésions qui caractérisent la maladie : le noyau des cellules épithéliales de l'intestin moyen paraît normal ; par contre, le chondriome est le siège d'altérations profondes ; au stade le plus avancé, la plupart des chondriocontes sont transformés en grains de grosseur variable ; quelques-uns de ces grains, accumulés généralement dans la partie distale des cellules, atteignent des dimensions énormes. On ne distingue aucune différence dans la nature des lésions du chondriome entre les régions antérieure et postérieure de l'intestin moyen.

Tous les Vers examinés ayant présenté les mêmes lésions on peut considérer celles-ci comme caractéristiques de la maladie étudiée. P. GUÉRIN.

Séance du 17 août 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Polya* (transm. par M. J. Hadamard). — **Sur les opérations fonctionnelles linéaires échangeables avec la dérivation et sur les zéros des polynomes.**

— *Silvio Minetti* (transm. par M. Hadamard). — **Sur le rayon de convergence et sur les singularités de certains développements tayloriens et des fonctions analytiques qu'ils définissent.**

ÉLASTICITÉ. — *Carl A. Garabedian* (transm. par M. Mesnager). — **Disque d'épaisseur constante ou variable en rotation uniforme ou accélérée.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *N. Boneff* (transm. par M. Hadamard). — **Sur l'arrivée dans le système solaire d'un astre étranger.**

Dans cette note, l'auteur expose une méthode pour calculer approximativement l'orbite de l'astre étranger, en admettant, non seulement qu'il ne se choque pas avec les corps du système solaire, mais qu'il en reste, en général, assez éloigné. Il admet aussi que le corps étranger a une vitesse propre assez grande. Le nombre des corps perturbateurs peut être supposé quelconque, mais on a à utiliser qu'une seule fonction perturbatrice.

MÉTÉOROLOGIE. — *Gabriel Guilbert.* — **Sur l'état brumeux de l'atmosphère ou « air brumeux ».**

L'auteur conclut que l'air brumeux est un phénomène inexplicable d'après les données actuelles de la physique et de la météorologie. A l'état normal, la vapeur d'eau est invisible et ne saurait troubler la transparence de l'air. Au contraire, l'air brumeux détruit cette transparence. Alors, ou bien la vapeur d'eau subit une modification constitutive, ou bien le phénomène de l'air brumeux, de la visibilité atmosphérique, reste inexplicable.

OPTIQUE. — *A. Picard* et *E. Stahel* (transm. par M. Pierre Weiss). — **L'expérience de Michelson, réalisée en ballon libre.**

Les expérimentateurs n'ont pu déceler un vent d'éther ; toutefois la limite de précision a été insuffisante pour confirmer ou réfuter les mesures de Miller au Mount Wilson. Ils peuvent dire, cependant, que si le vent d'éther de Miller existe, il n'a pas augmenté avec l'altitude, à l'heure et au lieu d'observation, comme on aurait pu prévoir comme conséquence du fait qu'ils étaient éloignés de la terre ferme. La température exceptionnellement élevée le jour de l'ascension a empêché le thermostat de fonctionner normalement et a ainsi beaucoup diminué la précision des mesures. Ces expériences seront reprises, du reste.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse* et *Marius Badoche.* — **Autoxydation et action antioxygène. Actions catalytiques de divers composés azotés.**

Les auteurs ont recherché jusqu'ici sur 174 substances azotées la propriété catalytique dans les phénomènes d'autoxydation. Aux 27 corps azotés-iodés et aux 15 corps azotés-sulfurés communiqués antérieurement, ils ajoutent aujourd'hui 83 nouvelles substances dont ils donnent la nomenclature, ainsi que celle des corps autoxydables sur lesquels ils ont expérimenté. Ils démontrent qu'en principe la fonction amine, qu'elle soit primaire, secondaire ou tertiaire, possède la propriété antioxygène, et celle-ci peut être parfois très élevée ; que la fonction phénol et la fonction amine, quand elles sont présentes dans la même molécule, paraissent en général s'accorder ; enfin, qu'en principe la fonction amine paraît peu active.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Norczynsky* et *B. Fandrich.* — **Sur la préparation des nitrites.**

Les auteurs, utilisant la méthode de préparation indiquée dans une Note précédente (*C. R.*, 171, 1920, p. 182), ont obtenu les nitriles suivants : l'*o* — et *p* — tolunitrile, le nitrile *o* — et *p* — anisique, l'*o* — et *m* — chlorobenzonitrile, l'*o* — et *p* — brombenzonitrile. Dans tous les cas les nitriles ont été séparés en distillant le produit de la réaction dans un courant de vapeur. La plupart des nitriles préparés au moyen du cyanure nickeleux distillent dans un courant de vapeur dans un état de plus grande pureté que ceux préparés au moyen du cyanure cuivreux, ce qui explique peut-être que le point de fusion de quelques nitriles obtenus est plus élevé que celui des nitriles signalés dans les différents ouvrages.

Le cyanure nickeleux présente une supériorité très nette sur le cyanure cuivreux dans la préparation des nitriles. Les cyanures de Te, Cr, Mn, Zn, Mo, Cd, Sn, Th n'ont donné aucun résultat.

Digitized by Google

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Les schistes cristallins à dumortiérite et lazulite de Madagascar.**

La dumortiérite et la lazulite ont été trouvées associées à Madagascar dans un gisement situé sur la bordure occidentale des Hauts-Plateaux ; c'est le seul point, dans l'île, où la dumortiérite ait été rencontrée. Elle forme dans les quartzites de petites aiguilles irrégulièrement distribuées ; lorsqu'elle devient plus abondante ses cristaux s'enchevêtrent ou s'orientent dans des directions parallèles. Progressivement la roche passe à une *dumortiéritite* schisteuse à structure nématoblastique dans laquelle le minéral bleu finit par exister presque seul. Dans les quartzites pauvres en dumortiérite sont intercalés des quartzites à plus gros grain renfermant un petit nombre de cristaux de lazulite, d'un bleu de Prusse très foncé. On voit aussi dans ce gisement, intercalées ou transversales, des veines de quartz à grands éléments contenant soit de la dumortiérite, soit de la lazulite.

GÉOLOGIE. — *Jacques Bourcart.* — **Observations préliminaires sur la tectonique des Bouches de Cattaro.**

Dans une Note précédente (*C. R.*, 183, 1926, p. 220), l'auteur a réparti provisoirement les terrains en trois zones tectoniques : l'autochtone, celle du Cukali et la nappe des Alpes Albanaises. L'autochtone (Crétacé et Eocène) forme d'abord un anticlinal presque NO-SE qui se poursuit de la presqu'île de Sabbioncello jusqu'à Budua où il disparaît sous la mer. Un synclinal lui faisant suite vers l'intérieur est recouvert d'abord par la nappe albanaise (III) puis par les écailles de la zone II. La caractéristique des Bouches de Cattaro est donnée par l'importance qu'y prend la zone II (Trias moyen, brèches crétacées et flysch). La zone III, calcaire chevauche d'abord la zone I puis, après son apparition, la zone II.

PÉDOLOGIE. — *V. Agafonoff.* — **Processus podzolique dans les sols sableux des Landes.**

Les sols podzoliques couvrent presque tout le nord de l'Europe et de l'Asie jusqu'à la zone des toundras. C'est dans les Landes que l'auteur a observé les sols podzoliques les plus typiques. Dans le domaine de Bray à Pierroton (20 km. SO de Bordeaux) le sol a la structure suivante, de haut en bas : horizon A (30-35 cm. d'épaisseur) sable gris noirâtre ; B (25 cm. d'épaisseur) grisâtre, peu de matière organique et de fer ; C (5 cm. d'épaisseur), sable noir ; D (10 cm. d'épaisseur) alios, jaune brunâtre, cimenté ; E, sable jaunâtre, passant successivement au sable blanc des Landes. Près de Mont-de-Marsan et au plateau de Gourbera, les sols présentent sensiblement la même structure.

ZOOLOGIE. — *E. Lacroix.* — **De l'emploi des coccolithes par les Foraminifères arénacés pour l'édification de leurs tests.**

Les coccolithes n'avaient jamais été signalés parmi les matériaux employés par les Foraminifères pour la construction de leurs tests. Les recherches faites par l'auteur comblent cette lacune. La substitution des coccolithes aux grains de sable, lorsqu'elle est totale, crée un dispositif favorable pour l'analyse texturale des Foraminifères arénacés qui ont été étudiés, en rendant possible une démonstration directe des rapports réciproques des divers éléments qui entrent dans leur composition. Le choix exclusif des coccolithes, par le sarcode est une démonstration nouvelle de ce « pouvoir de sélection » qui n'est pas un des faits les moins suggestifs de l'histoire biologique des Rhizopodes.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *G. et R. Moussu* (prés. par M. A. Desgrez). — **Glycémie normale chez les Bovidés. Glycémie et maladie vitulaire chez les vaches laitières.**

Le taux de la glycémie chez les Bovidés en parfait état de santé est toujours inférieur à 1 pour 1.000 ; il oscille entre 0,60 et 0,80. Le taux, pendant l'état de maladie vitulaire franchement caractérisée donne le chiffre moyen de 0,646 qui n'est donc pas inférieur à celui des sujets bien portants ; il n'y a pas d'hypoglycémie, par conséquent la maladie vitulaire des laitières n'est pas fonction de cet état.

Le relèvement du taux du glycose dans le sang se manifeste pendant le traitement classique amenant la guérison, mais les injections de glycose ne modifient pas toutefois l'allure de la maladie. L. FRANCHET.

NOUVELLES

Direction de l'Enseignement supérieur. — M. Cavalier, Recteur de l'Académie de Lyon, est nommé Directeur de l'Enseignement supérieur en remplacement de M. Coville, admis à faire valoir ses droits à la retraite (*J. O.*, 26 août 1926).

Office national météorologique. — *Personnel scientifique et technique.* — L'article 11 du décret du 8 juin 1922 (Emploi de météorologiste) est modifié comme suit :

Les assistants météorologistes peuvent être admis à concourir pour l'emploi de météorologiste, sans condition de limite d'âge, ni de présentation des diplômes visés, sous réserve de compter au moins quatre années de service dans les postes d'exploitation de l'Office national météorologique et d'être agréés par le ministre chargé de l'aéronautique et des transports aériens.

Les candidats admis prennent rang d'élèves météorologistes stagiaires à la date de leur admission.

Les candidats étrangers à l'office perçoivent, pendant la durée du stage d'instruction, une indemnité mensuelle de 600 fr., exclusive de toute autre.

A l'issue de la période d'instruction, ils passent un examen de sortie. Ceux qui ont satisfait aux conditions de cet examen sont répartis selon les besoins du service, conformément aux prescriptions de l'article 10. Les autres candidats cessent immédiatement leurs fonctions.

Les candidats qui proviennent du cadre des assistants météorologistes continuent à recevoir leur traitement pendant leur séjour à l'école d'application. Ceux qui ont satisfait à l'examen de sortie sont nommés météorologistes titulaires à la classe comportant le traitement égal ou immédiatement supérieur à celui qu'ils recevaient au moment de leur admission au cours élémentaire de l'école d'application.

Les assistants météorologistes n'ayant pas satisfait à l'examen de sortie sont replacés dans la situation qu'ils occupaient auparavant. (*J. O.*).

Validation de services pour la retraite. — *Enseignement supérieur.* — Peuvent être validés au titre de l'article 10 de la loi du 14 avril 1924 et dans les conditions fixées par l'article 17 du Règlement d'administration publique du 2 septembre 1924, les services rendus depuis l'âge de 18 ans en qualité d'auxiliaire ou de temporaire :

Services accomplis dans les facultés en qualité de suppléant d'un professeur, d'un chargé de cours, d'un maître de conférences ou d'un agrégé, ou comme chargé d'un emploi vacant en vertu d'une délégation spéciale.

Services accomplis par les chefs de travaux, préparateurs des facultés de médecine, des sciences et de pharmacie, conservateur des collections, agrégés, préparateurs à l'École normale supérieure.

Services accomplis dans les établissements d'enseignement supérieur ci-après désignés :

Digitized by Google

Bibliothèques universitaires, grandes bibliothèques publiques et bibliothèque et musée de la guerre.

Institut de physique du globe.

Bureau des longitudes.

Collège de France.

Ecole des chartes.

Ecole des hautes études.

Muséum national d'histoire naturelle.

Observatoires.

Service météorologique de l'Algérie.

Administration académique.

Services accomplis par le personnel subalterne des universités, des facultés, des établissements d'enseignement supérieur et de l'administration académique, agents du cadre spécial et du cadre ordinaire qui étaient précédemment assujettis à la loi du 9 juin 1853.

Services accomplis par les professeurs de la faculté de théologie catholique de l'Université de Strasbourg en qualité de chapelains de l'école nationale de Saint-Louis-des-Français de Rome.

(Le décret s'applique à tous les services relevant du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. (*J. O.*, 21 août 1926). L. F.

Vie scientifique universitaire

École supérieure des Mines. — Le diplôme d'Ingénieus civil des Mines a été accordé à 49 élèves titulaires françair et 4 élèves titulaires étrangers, sortant de l'Ecole.

École nationale des Ponts et Chaussées. — Le diplôme d'Ingénieur des constructions civiles a été accordé à 46 élèves français et à 2 élèves étrangers, sortant de l'Ecole.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — *Institut de Technique sanitaire et Hygiène spéciale des Industries.* — Les Cours préparatoires à l'obtention du Brevet de Technicien sanitaire commenceront au Conservatoire national des Arts et Métiers en novembre prochain. Leur durée sera d'environ trois mois.

L'enseignement, gratuit, de l'Institut de Technique sanitaire est destiné à la formation de techniciens de l'assainissement : constructeurs, ingénieurs, architectes, hygiénistes.

Le Brevet de Technicien sanitaire est décerné aux élèves régulièrement inscrits qui satisfont à l'examen final, mais l'enseignement total ou réduit à l'une de ses branches reste ouvert aux auditeurs libres qui se font inscrire.

Le nombre des places pour les élèves candidats au Brevet est limité; les inscriptions seront reçues au Secrétariat du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, du 15 octobre au 1er novembre. Mais dès maintenant les candidats peuvent adresser une demande provisoire qui donnera la priorité d'inscription dans l'ordre chronologique de réception.

Nous donnons ci-dessous le Programme général des Cours :

I. — Généralités. — Introduction biologique à l'étude de la Technique sanitaire.

Rappel des notions essentielles sur les fonctions du corps humain, dans leurs rapports avec l'hygiène.

Rappel des notions de Physique et de Mécanique intéressant la Technique sanitaire.

Notions de Microbiologie appliquée à la Technique sanitaire.

Notions sur le Parasitisme dans ses rapports avec l'Assainissement.

Principes de Géologie appliquée à la Technique sanitaire.

Hydrogéologie dans ses rapports avec l'Hygiène; circulation des eaux dans le sol.

Assainissement du sol. — Drainage.

II. — Technique sanitaire urbaine. — L'Hygiène dans le plan général d'installation des villes.

Plans d'extension des villes.

Établissement et entretien hygiénique des voies.

Souillures de l'atmosphère urbaine par gaz, vapeurs, poussières, fumées, odeurs. — Action sur l'organisme. — Procédés de captation et de dosage, appareils de détection, dispositifs d'assainissement. — Fumivorité.

Recherche et captage des eaux en général : Transport par gravité, aqueducs, siphons, conduites sous pression; Accessoires; Formules de l'hydraulique courante. — Élévation mécanique des eaux : Pompes et moteurs.

Alimentation des villes en eau potable : Microbiologie spéciale, qualité, analyse et surveillance des eaux. — Précautions spéciales pour le captage et adduction; Réservoirs; Distribution. — Épuration par procédés mécaniques, physiques et chimiques. — Rédaction des projets.

Eaux usées : Microbiologie spéciale et no ivité des eaux résiduaires, urbaines et industrielles. — Évacuation : systèmes à collectionnement et systèmes d'égouts. — Destination finale de ces eaux; Destruction sur place (fosses septiques...); Destruction à distance (dilution, épandage, lits bactériens de contact et percolateurs, boues activées).

Immondices et ordures ménagères : collecte, évacuation et méthode de destruction.

Transmission des infections dans les villes et les collectivités. — Sources et modes d'infection. — Règles et dispositifs de prophylaxie générale des maladies infectieuses. — Prophylaxie spéciale appliquée à la Tuberculose. — Désinfection : principes, procédés, appareils services publics et privés.

Espaces libres, promenades et plantations; leur rôle dans l'hygiène des agglomérations. — Cités-Jardins. — Jardins ouvriers.

Transports et destruction hygiénique des corps et des cadavres.

L'art dans les travaux publics d'assainissement urbain.

Législation sanitaire des villes et agglomérations.

III. — Technique sanitaire des Constructions. — Desiderata de l'hygiène relatifs à l'habitation.

Matériaux de construction. — Orientation et disposition respective des locaux. — Thermalité (chauffage et réfrigération), ventilation, éclairage (diurne et artificiel), canalisations sanitaires, nettoyage et entretien hygiénique des bâtiments.

Bâtiments à usage d'habitation : habitations privées et collectives, maisons ouvrières, habitations à bon marché.

Bâtiments publics et affectations spéciales : Écoles. — Salles de réunion et Théâtres. — Bains et Piscines. — Hôpitaux, Postes de secours, Crèches et Pouponnières. — Abattoirs.

Législation sanitaire de l'habitation.

L'art dans la technique sanitaire des bâtiments.

IV. — Technique sanitaire des usines et ateliers. — Principes généraux et dispositifs d'assainissement industriels. — Protection collective et individuelle. — Aspects spéciaux de la Technique sanitaire dans les usines et ateliers. — Thermalité, ventilation, éclairage et entretien.

Exemples d'application aux diverses industries, en particulier dissipation des buées et captation des poussières industrielles.

Législation de l'assainissement industriel.

V. Technique sanitaire rurale. — Constructions rurales : Habitations et bâtiments de ferme. — Écuries, étables. — Alimentation en eau, puits et citernes. — Fumiers et fosses à purins. — Hygiène de la voie publique au village.

Conditions spéciales d'exécution dans le milieu rural des opérations courantes de Technique sanitaire.

VI. — Technique sanitaire coloniale. — Aperçus

Digitized by Google

sur le rôle et aspects spéciaux de la technique sanitaire aux colonies.

L'habitation privée et les agglomérations aux colonies.

Aperçus sur la lutte contre les grandes endémies et épidémies coloniales (choléra, fièvre jaune, parasitoses les plus dangereuses, etc.).

Le Paludisme : Technique de la Lutte antipaludéenne.

VII. — Enseignement pratique. — Les leçons théoriques à l'amphithéâtre sont complétées par des démonstrations pratiques, manipulations, visites d'installations sanitaires, examens de dispositifs d'assainissement et Rédactions de projets.

Le programme des Conférences d'*Hygiène spéciale des Industries* fera l'objet d'une affiche distincte.

Pour tous renseignements s'adresser au Secrétariat du Conservatoire National des Arts et Métiers.

École Nationale d'horticulture de Versailles. — Un concours sur titres sera ouvert le lundi 18 octobre 1926, à neuf heures du matin, au Ministère de l'Agriculture, devant un jury désigné par le Ministre de l'Agriculture, pour la nomination d'un Professeur de zoologie et d'entomologie horticoles à l'Ecole nationale d'Horticulture.

Le jury pourra demander aux candidats de développer un point du programme d'enseignement qu'ils présenteront.

Pour être admis à concourir, les candidats devront avoir trente-cinq ans au plus, le jour de l'ouverture du concours, à l'exception toutefois des fonctionnaires de l'Etat commissionnés.

Les candidats devront adresser leur demande le 8 octobre, au plus tard, au Ministre de l'Agriculture (direction de l'agriculture, 1er bureau). Cette demande, établie sur papier timbré devra être accompagnée des pièces suivantes :

1° Acte de naissance ;

2° Pièces attestant que le candidat est Français, qu'il a satisfait aux obligations militaires, et, s'il appartient à l'armée, une pièce établissant qu'il a obtenu, de l'autorité militaire, l'autorisation de se présenter au concours ;

3° Pour les candidats non fonctionnaires, un extrait du casier judiciaire ;

4° Exposé des travaux et des titres (les travaux imprimés seront joints en double expédition à cette note) ;

5° Programme détaillé, par leçon, du cours, conformément aux données générales indiquées aux candidats sur leur demande, par la direction de l'agriculture, 1er bureau. Ce programme sera remis en double exemplaire sous pli cacheté ;

6° Pour les candidats non fonctionnaires, un certificat établi par un médecin assermenté, constatant que le candidat a eu la variole, ou a été vacciné depuis moins de trois ans, qu'il n'a aucun vice de conformation et n'est atteint d'aucune affection organique ou contagieuse le rendant impropre à l'enseignement. (*J. O.*).

Institut national d'agronomie coloniale. — Le nombre des élèves à admettre en 1926 est fixé comme suit :

Section agronomique. — 17 places dont :

6 réservées aux ingénieurs agronomes.

6 réservées aux ingénieurs agricoles.

5 réservées aux candidats reçus à la suite du concours d'admission dans la section agronomique.

Section agricole. — 30 places dont :

2 réservées aux licenciés ès sciences et aux élèves diplômés des Écoles nationales vétérinaires.

3 réservées aux élèves diplômés de l'École nationale d'horticulture.

5 réservées aux élèves diplômés de l'École coloniale d'agriculture de Tunis.

5 réservées aux élèves diplômés de l'Institut agricole d'Algérie.

15 réservées aux élèves diplômés aux candidats reçus à la suite du concours d'admission dans la section agricole.

En cas d'insuffisance du nombre des candidats de l'une des catégories, les places pouvant rester disponibles sont accordées, par ordre de priorité, dans les conditions prévues à l'article 2 de l'arrêté du 3 août 1920, à des candidats ayant obtenu le diplôme de leur école d'origine avec une moyenne au moins égale à 14 /20.

Université de Nancy. — L'emploi d'agrégé de Pharmacie chimique, à la Faculté de Pharmacie est déclaré vacant. Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 13 septembre.

Université de Lyon. — M. Edmond Couvreur, professeur de Physiologie à la Faculté des Sciences, vient de mourir.

Il était né en 1863.

Université de Montpellier. — L'emploi d'agrégé de Pharmacie chimique à la Faculté de Pharmacie est déclaré vacant. Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 13 septembre.

École nationale d'agriculture de Montpellier. — M. Rivier (André-Joseph), ingénieur agricole, chef de travaux de première classe à la station de physique et de météorologie agricoles de Montpellier, est réintégré, sur sa demande, à compter du 1er septembre 1926, dans les fonctions de chef de travaux de botanique occupées antérieurement par lui, après concours, à l'école nationale d'agriculture de Montpellier.

École nationale d'Agriculture de Rennes. — Un concours est ouvert, le lundi 11 octobre 1926, à neuf heures du matin à l'Ecole nationale d'Agriculture de Rennes, devant un jury désigné par le Ministre de l'Agriculture, pour la nomination d'un chef de travaux de zootechnie à cet établissement.

Le concours comportera les épreuves suivantes :

1re *épreuve.* — Rédaction d'un mémoire sur une ou plusieurs questions relatives aux matières de la chaire de zootechnie (temps accordé : trois heures).

2e *épreuve.* — Leçon d'une heure, après vingt-quatre heures de préparation, sur un sujet choisi parmi les matières de la chaire de zootechnie.

3e *epreuve.* — Epreuves pratiques sur les animaux de la ferme et de la basse-cour, avec exposé oral.

4e *épreuve.* — Présentation d'un programme d'exercices pratiques et d'applications du cours.

5e *épreuve* (épreuves de titres). — Les services rendus par les candidats, leurs recherches, travaux, publications, titres et diplômes seront exposés par eux, dans une notice lue devant le jury, et donneront lieu à une note de titre.

Les candidats devront adresser leur demande le 1er octobre 1926, au plus tard, au Ministre de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau). Cette demande établie sur papier timbré sera accompagnée des pièces exigées.

☞ Pour tous renseignements complémentaires voir le *Journal Officiel* du 25 août 1926.

École nationale technique de Strasbourg. — Le Brevet d'Ingénieur a été délivré :

Dans la section de Mécanique, à 13 élèves.

Dans la section d'Electricité, à 5 élèves. L. F.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : LOUIS FRANCHET

N° 18 — 64e ANNÉE — 25 SEPTEMBRE 1926

LES RICHESSES D'ART DU MUSÉUM. LA COLLECTION DES VÉLINS [1]

La collection des vélins du Muséum a été citée dans toutes les monographies de cet établissement et mentionnée avec des détails plus ou moins exacts dans les principaux guides de Paris. Elle était, cependant, à peu près inconnue du grand public, il y a quelques mois encore. L'exposition organisée au Pavillon de Marsan, en janvier 1926, l'a fait connaître à des milliers de personnes et a attiré sur elle l'attention des connaisseurs.

Je crois donc intéressant de résumer ici les études qui ont été faites sur cette célèbre collection en y joignant le résultat de quelques recherches personnelles dans nos archives.

Le terme de « vélins » a besoin d'être bien précisé. Si l'on désigne, aujourd'hui, sous ce nom un papier d'une qualité plus fine et d'un prix naturellement plus élevé, qui sert à imprimer les ouvrages de luxe, il faut bien comprendre que les aquarelles qui composent la collection, dite des « vélins du Muséum », sont peintes sur un véritable parchemin de choix, fabriqué avec la peau du veau et, le plus souvent, avec de la peau de veau mort-né. C'est à cause de cette origine et par suite du traitement qu'on lui fait subir, que le vélin acquiert une finesse et une blancheur qui se prêtent merveilleusement au travail de l'artiste, font ressortir les couleurs et les conservent longtemps, si l'on prend les précautions nécessaires, sans altérations notables.

Un savant toulousain, Picot de Lapeyrouse, curieux de savoir comment s'y prenaient les artistes du temps, pour peindre sur le vélin, posait la question, en 1778, à son correspondant de Paris, Foulquier, qui lui indiquait dans les termes suivants, la recette employée au Jardin des Plantes : « On choisit ordinairement le vélin dont le grain est le plus fin, on en amincit les bords en les râclant, on l'étend bien sur une planche ou sur un carton et on le colle fortement par les bords, on passe une ou deux eaux d'alun sur le vélin et l'on peint le mieux que l'on peut ».

Si je suis entré dans ces détails, c'est pour faire comprendre quelle valeur présente, au seul point de vue matériel, une collection, comme la nôtre, composée de plus de 6.000 pièces.

Mais cette collection possède également une haute valeur artistique, parce qu'elle a été exécutée par des peintres d'un talent et d'une conscience remarquables, spécialisés dans le genre qu'ils avaient choisi. Elle a surtout une valeur scientifique incontestable, provenant de ce que ces artistes ont travaillé, au Jardin des Plantes, côte à côte avec les savants qui en ont fait la gloire, s'instruisant à leur contact, profitant de leurs avis, s'efforçant d'être pour eux de fidèles collaborateurs. J'ajouterai que la présence dans un établissement scientifique d'une collection artistique, dont l'exécution s'est poursuivie dans le même esprit pendant plus de deux siècles et demi, constitue un fait absolument unique.

Actuellement, les 6.000 vélins sont répartis dans 103 portefeuilles in-folio, dont la plupart sont aux armes du roi et proviennent de son cabinet. La partie botanique, la plus développée, compte à elle seule 3.661 pièces et occupe 66 portefeuilles ; 9 portefeuilles sont consacrés aux oiseaux et 6 aux

(1) Conférence faite dans le Grand Amphithéâtre du Muséum. l'Histoire naturelle, le 25 avril 1926.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

**

Digitized by Google

quadrupèdes. Les reptiles, les insectes, les mollusques et les autres espèces se partagent les derniers volumes. C'est vous dire que la collection des vélins renferme un tableau assez complet du règne végétal et du règne animal. Seul le règne minéral a été à peu près négligé, sans doute parce qu'on a estimé que les échantillons de cette catégorie se conservent généralement sans altération apparente, tandis qu'il est indispensable de fixer l'image de la fleur

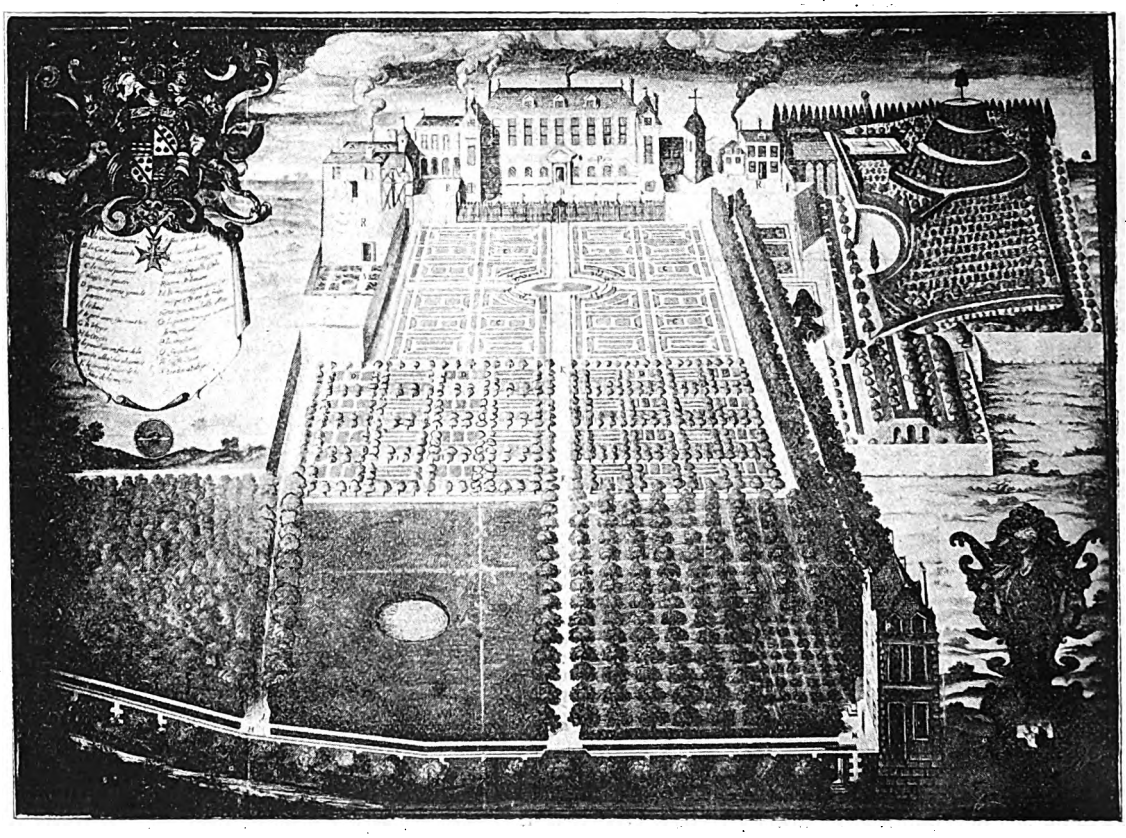


Fig. 289. — Le Jardin du Roi pour la culture des Plantes médicinales, au XVII[e] siècle (Tableau anonyme conservé à la Bibliothèque du Muséum).

avant qu'elle ne se fane, celle de l'animal avant que la mort n'en désagrège les éléments.

Trois portraits, ceux de Gaston d'Orléans, de Louis XIV et de Colbert, sont comme perdus au milieu de cette immense collection d'histoire naturelle. En réalité, ils la dominent et ils en expliquent l'origine. Ce sont donc ces portraits que je vais d'abord présenter en disant quel rôle ont joué dans l'histoire de nos vélins les personnages qu'ils représentent.

Gaston d'Orléans, fils de Henri IV et de Marie de Médicis, frère de Louis XIII, est un prince qui possédait tout ce qu'il fallait pour être heureux : la naissance, la fortune, le goût des arts et surtout celui de la botanique, mais qui troubla son existence et celle de ses contemporains par ses intrigues politiques. Ce goût pour la botanique, qu'il avait conçu, d'après ses biographes, dès sa plus tendre jeunesse, ne l'abandonna pas dans l'âge mûr et l'amena à faire installer dans sa résidence de Blois un jardin botanique qui jouissait d'une réputation méritée.

Le Dr Edmond Bonnet, de son vivant assistant au Muséum, a étudié avec beaucoup de compétence l'organisation de ce jardin, les catalogues de ses plantes, la composition des herbiers et montré l'importance des recherches botaniques que le prince avait organisées ou voulait organiser dans diverses régions de la France. Le médecin de Gaston d'Orléans, nommé Abel Brunyer, avait été, à Montpellier, l'élève de Roger de Belleval, auteur d'un projet d'iconographie végétale et l'on suppose que c'est lui qui suggéra au prince l'idée de réaliser un projet de ce genre. Les artistes de Blois reçurent l'ordre, toutefois, de peindre non seulement les fleurs les plus intéressantes du jardin, mais aussi les oiseaux les plus remarquables de la volière du château. A la mort de Gaston d'Orléans, survenue le 2 février 1660, la collection, qu'il s'était plu souvent à feuilleter, se composait de 5 volumes contenant chacun de 50 à 60 vélins. Le fils d'Abel Brunyer en avait la garde.

Gaston d'Orléans avait légué toutes ses collec-

Digitized by Google

tions, y compris celle des vélins, à son neveu, Louis XIV, et c'est là un acte dont nous devons lui savoir gré comme d'une manifestation chez lui d'un véritable sentiment de l'intérêt national. Ce que nous comprenons moins bien c'est que cette collection ait quitté Blois dès le 28 novembre de la même année pour passer dans les mains du roi, alors que celui-ci ne devait accepter le testament que l'année suivante et que le Parlement devait attendre jusqu'au 5 juin 1663 pour l'enregistrer.

Sans nous appesantir sur les circonstances particulières de cette entrée en possession un peu prématurée, ajoutons que la collection quitta Blois sous la surveillance de l'abbé Brunot, qui, du vivant de Gaston, avait eu la garde de son cabinet et qu'elle fut remise aux représentants du roi. Quant à préciser si les vélins furent déposés immédiatement à la Bibliothèque du Roi ou ne le furent que plus tard, la chose est difficile. Si l'on songe d'ailleurs qu'ils ne se composaient à cette époque que de cinq volumes, on comprend que pendant plusieurs années, ils aient pu circuler dans différents endroits, qu'ils aient été présentés à Louis XIV dans l'une ou l'autre de ses résidences, qu'enfin Fagon, lui-même, ait pu les détenir pendant quelque temps. L'accroissement considérable que la collection subit dans la suite devait contribuer à la fixer à la Bibliothèque du roi qu'elle ne quitta qu'en 1793 pour devenir partie intégrante de la Bibliothèque du Muséum.

C'est avec raison qu'on a joint le portrait de Colbert à ceux de Gaston d'Orléans et de Louis XIV, car ce fut ce Ministre qui décida la continuation de la collection en faisant créer pour Nicolas Robert la charge de « peintre ordinaire pour la miniature », et en lui permettant d'exécuter de nouveaux vélins au Jardin des Plantes de Paris, dont il avait fait joindre la surintendance à celle des bâtiments qu'il possédait déjà. Colbert était d'ailleurs un admirateur fervent de Nicolas Robert et des vélins. Désireux de joindre à la riche bibliothèque qu'il possédait une collection personnelle de ces vélins, il chargea certains peintres qui travaillaient sous la direction de Robert, de copier pour lui les vélins du Roi. Cette collection de vélins, dite de Colbert, a subi une destinée assez curieuse. Léguée par J.-B. Colbert, en 1683, à son fils aîné, le marquis de Seignelay, puis par ce dernier, en 1690, à son frère Jacques-Nicolas Colbert, archevêque de Rouen, elle échut ensuite à leur neveu Charles-Éléonore Colbert, comte de Seignelay, qui, étant à court d'argent, la mit en vente avec toutes ses collections et la céda, moyennant 12.000 livres, à un intermédiaire agissant pour le compte du prince Eugène de Savoie. A la mort de ce dernier, la collection passa dans la bibliothèque de l'Empereur d'Autriche et elle se trouve aujourd'hui à la Bibliothèque Nationale de Vienne.

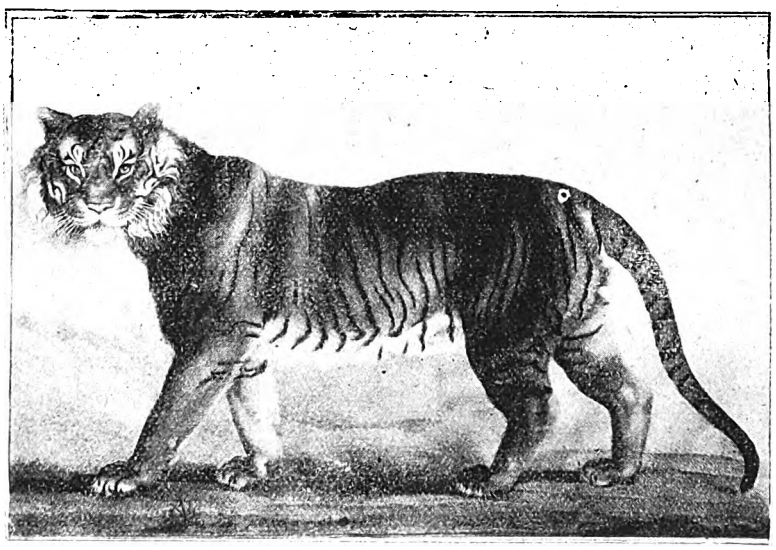


Fig. 290. — Tigre mâle (*Felis tigris*), par De Wailly.

Nos regrets de n'avoir pu conserver en France la collection de Colbert sont compensés par l'assurance où nous sommes de posséder les véritables originaux, quoiqu'il soit fort possible qu'une confusion ait eu lieu exceptionnellement entre certains exemplaires destinés à la Bibliothèque du roi et ceux qui étaient destinés au Cabinet de Colbert, comme le prouve l'existence de doubles dans notre propre collection.

Je vais passer maintenant en revue, d'une façon rapide, les peintres qui ont composé cette magnifique collection. J'insisterai particulièrement sur

Digitized by Google

Nicolas Robert, Jean Joubert, Claude Aubriet, Madeleine Basseporte et Gérard Van Spaendonck, qui, de 1664 à 1789 ont porté le titre de « peintre du roi pour la miniature » et ont donné à cette œuvre son admirable unité.

Nicolas Robert, né à Langres le 18 avril 1614, acquit de bonne heure une certaine célébrité. Il n'avait que 27 ans lorsque le duc de Montausier le choisit pour exécuter les 29 miniatures qui devaient orner le manuscrit de la *Guirlande de Julie*. Ce recueil de madrigaux, œuvres des plus beaux esprits du temps, devait, dans l'esprit de Montausier, qui lui-même y collabora, triompher de la résistance de la fille de la marquise de Rambouillet, Julie d'Angenne, dont il était, depuis dix ans, le

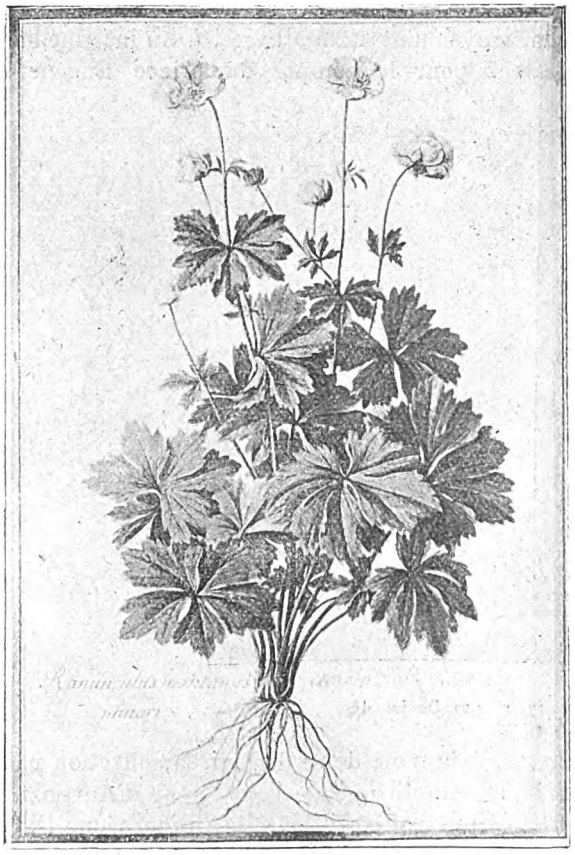


Fig. 291. — *Trollius europæus*, Lin. par Jean Joubert.

fidèle soupirant. On ne sait si ce fut l'effet des miniatures de Robert ou des vers de Montausier et de ses collaborateurs, mais Julie d'Angenne ne demanda plus que quatre années pour se laisser convaincre. C'est un peu plus tard, et lorsqu'il fut en pleine possession de son talent, que Nicolas Robert entra au service de Gaston d'Orléans. Les vélins contenus dans les cinq volumes transportés de Blois à Paris sont en majorité son œuvre ; il les aurait même exécutés tous sans exception si l'on se fonde sur le testament de Gaston d'Orléans qui ne parle que « des livres de fleurs et d'oyseaux qu'il a fait portraire par Robert, peintre ».

La mort de Gaston d'Orléans ne laissa pas Nicolas Robert sans emploi. Nommé peintre ordinaire du roi pour la miniature, il continua la collection en prenant comme modèles, pour les fleurs, celles du Jardin des Plantes de Paris et, pour les oiseaux, ceux de la ménagerie de Versailles.

Aussi réputé pour son talent de graveur que pour son talent de peintre, il fut chargé de préparer les planches pour le grand ouvrage que l'Académie des Sciences devait consacrer à l'Histoire naturelle tout entière. Ces planches, exécutées avec la collaboration d'Abraham Bosse et de Louis-Claude de Chatillon, ont été dessinées d'après les objets eux-mêmes et ne sont tirées qu'exceptionnellement des propres miniatures de Nicolas Robert. Elles sont aujourd'hui à la Chalcographie du Louvre où on peut s'en procurer des tirages.

Nicolas Robert a d'ailleurs édité lui-même un certain nombre d'ouvrages contenant des représentations gravées de fleurs et d'oiseaux. Celui qu'il publia à Rome en 1640 a fait croire à un séjour de l'artiste dans cette ville et il prouve, en tous cas, la notoriété dont il jouissait déjà à cette date.

L'art de Nicolas Robert est caractérisé par une grande exactitude dans le détail, la grâce de l'ensemble et la délicatesse du coloris. Cette exactitude si appréciable pour des botanistes, faisait, déjà, au XVIII^e^ siècle, l'admiration d'Antoine de Jussieu, qui déclarait n'avoir rien à leur reprocher. Ses oiseaux sont peints avec la même conscience et tous les détails du plumage sont rendus avec une perfection remarquable.

Jean Joubert, qui succéda, en 1685, à Nicolas Robert, dans la charge de peintre du Cabinet du Roy, est très peu connu et il semblerait que sa réputation ait été éclipsée par celle de son illustre prédécesseur. La faute en est peut-être à Antoine de Jussieu, qui le premier, à notre connaissance, fit l'historique de la collection des vélins, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de 1727, et, arrivé à Jean Joubert, se contenta de dire que « plus habile à peindre des paysages qu'à représenter des plantes, il se servit de différentes mains et se reposa enfin de ce soin sur le sieur Aubriet qu'il avait en partie formé dans la miniature ». Le même jugement a été reproduit par Antoine-Laurent de Jussieu dans sa *Notice historique sur le Muséum d'Histoire naturelle*, parue dans nos *Annales* en 1804 et 1805 et par la plupart de ceux qui se sont occupés de la question.

En réalité, si nous consultons les *Comptes des bâtiments du roi sous Louis XIV*, qui nous donnent entre autres choses et d'une façon extrêmement

Digitized by Google

précise, les sommes versées aux différents artistes de cette époque, nous sommes obligés de reconnaître que Jean Joubert a été le plus fécond parmi les peintres de vélins et celui qui en a fait entrer le plus grand nombre dans la collection.

De 1687 à 1706, c'est-à-dire pendant vingt ans, il n'a jamais manqué de livrer chaque année les 24 vélins au moins, qui semblent avoir constitué la tâche normale des peintres officiels de miniature, la raison d'être de leur fonction, le travail enfin qui leur valait la rétribution de 600 livres par an, considérées comme le produit minimum de leur charge. Outre cela, il en fournit 400 d'un seul coup en 1700 et, en 1705 enfin, il est question de « 800 *feuilles de plantes rares et d'animaux livrés par extraordinaire depuis* 1702 ». Nous arrivons à un total de 1.800 vélins au moins.

Une circonstance qui explique l'activité de Jean Joubert, c'est qu'elle s'est exercée depuis 1693 sous la surintendance de Fagon. Crescent Fagon qui a tant aimé ce Jardin du Roi, où il était né, a beaucoup aimé également la Collection des vélins. On raconte qu'il avait demandé à en être le dépositaire et « qu'il se proposait, dit Antoine de Jussieu, d'y donner un arrangement qui servît de règle à ceux qui dans la suite travailleraient à cet ouvrage ». Ne serait-ce pas lui qui a incité Joubert à peindre la plupart des plantes qui manquaient à la collection et lui a fait aborder l'étude des espèces d'animaux que Nicolas Robert n'avait pas traitées?

Sans doute il est probable et même certain que Joubert n'a pas exécuté tout seul les quantités considérables de vélins qui lui étaient commandés et qu'Aubriet ou d'autres collaborateurs ont dû le seconder dans cette tâche. Sans doute aussi est-il facile de démontrer que cette énorme production de vélins n'a pas toujours la qualité artistique de ceux de Nicolas Robert. Il n'en est pas moins vrai, qu'avec Jean Joubert, la collection a pris sa forme définitive qui est celle d'une collection complète d'histoire naturelle, où presque tous les genres se trouvent représentés.

Le successeur de Joubert nous est, par contre, parfaitement connu.

Claude Aubriet, né à Châlons-sur-Marne en 1665, commença, jeune encore, à dessiner et à peindre au Jardin du roi. Tournefort lui fit faire les 451 dessins qui accompagnent les *Elémenls de botanique*, parus en 1694. Lorsque l'illustre botaniste songea à entreprendre son voyage dans le Levant, il proposa à Aubrlet de l'accompagner ainsi qu'au médecin allemand Gundelsheimer et, sur leur acceptation, il les présenta à l'abbé Bignon, président de l'Académie des Sciences, qui les fit agréer par le roi.

Ce que fut ce voyage, demeuré célèbre dans les annales de la botanique, nous le savons par l'ouvrage de Tournefort intitulé : *Relation d'un voyage au Levant fait par ordre du roi, Paris* 1717. Les trois voyageurs partis de Paris le 9 mars et de Marseille le 27 mars 1700 visitèrent d'abord la Crète, les îles de l'Archipel et Constantinople. Ils parcoururent ensuite les côtes méridionales de la Mer Noire jusqu'à Trébizonde, passèrent de là en Arménie et en Géorgie, visitèrent Angora et revinrent prendre à Smyrne le navire qui les ramena à Marseille le 3 juin 1702 après une absence de plus de deux ans. Nous aimerions trouver dans le récit de ce voyage des renseignements particuliers sur les impressions de chacun des trois compagnons, en particulier d'Aubriet. Malheureusement Tournefort, qui a condensé ses notes de voyage sous la forme littéraire de 22 lettres adressées à M. de Pontchartrain, après avoir dans la préface présenté ses deux compagnons et amis, de la façon la plus élogieuse, n'emploie plus dans le cours du récit que la première personne du pluriel, ne parle pas plus d'eux qu'il ne parle de lui-même et nous laisse supposer qu'ils n'eurent qu'une seule vie et qu'une seule âme pendant tout le cours du voyage.

Fig. 292. — *Pyrus baccata*, Lin. par Van Spaendonck.

Aubriet, de retour à Paris, riche de l'expérience acquise au cours de ce long voyage, instruit par le

Digitized by Google

contact permanent avec un de nos meilleurs botanistes, reprit ses occupations au Jardin des Plantes. Avant son départ pour le Levant, le 23 janvier 1700, il avait acquis le brevet de « peintre du Roy, de son Cabinet et du Jardin du Roy », dont Joubert gardait cependant la jouissance, sa vie durant.

Jusqu'en 1706 encore, les Comptes des bâtiments du roi ne mentionnent que Joubert comme peintre rétribué pour l'exécution des vélins. Ce n'est qu'en 1708 que nous voyons paraître le nom d'Aubriet. Détail intéressant à noter, la dépense cesse d'être inscrite au chapitre des *Maisons royales diverses* pour figurer à celui du *Jardin du roi*. Aubriet est un des sept ou huit fonctionnaires qui émargent au budget de l'époque pour le Jardin des Plantes. Comme Fagon lui-même, comme Antoine de Jussieu, comme Vaillant, comme Saintard et deux ou trois autres, il travaille au Jardin des Plantes et pour le Jardin des Plantes.

Ajoutons que la rétribution accordée annuellement à Aubriet était de 600 livres pour 24 vélins ; somme appréciable si l'on rapproche cette rétribution de celle du démonstrateur de botanique qui n'était que de 1.200 livres.

Aubriet put donc mener au Jardin des Plantes une existence exempte de soucis, qui ne fut vraiment troublée que lorsque Chirac prit de 1718 à 1732 la direction de l'établissement. Chirac, bon médecin, mais plus intéressé par l'anatomie que par la botanique, avait en outre un caractère extrêmement autoritaire. Il fit sentir sa férule à Bernard de Jussieu et obligea Aubriet à peindre exclusivement des plantes officinales, en considération sans doute du fait que le Jardin des Plantes était officiellement dénommé le « Jardin royal des herbes médicinales ».

Aubriet eût préféré peindre des fleurs d'un caractère plus décoratif, mais il obéit et s'efforça de relever l'aridité du sujet par la grâce de certains détails, en peignant, par exemple, des fonds de tableau qui forment de véritables paysages.

En 1739, lorsque Buffon prit la direction du Jardin des Plantes, Aubriet y figurait encore, comme peintre officiel, mais vieilli, sans doute, ou malade, il avait du se faire suppléer depuis le 13 avril 1735 par Madeleine Basseporte.

Ce fut une femme, en effet, qui succéda à Claude Aubriet dans la charge de peintre du roi. Madeleine Basseporte, née à Paris le 5 septembre 1700, avait suivi les leçons d'Aubriet avec assez de succès pour être jugée digne de le suppléer. Elle le remplaça définitivement en 1742, et garda sa charge jusqu'à sa mort en 1780. Pendant ce long laps de temps, elle ne cessa jamais de peindre et nous avons d'elle des vélins où se trouve mentionné son âge de quatre-vingts ans.

Madeleine Basseporte peignait les plantes sous l'œil de Bernard de Jussieu qui dirigeait son attention sur les détails caractéristiques de chacune d'elles et veillait à ce que seuls des documents exacts entrassent dans la collection. Toutefois ses vélins plaisent davantage par la grâce qu'elle a su donner à l'ensemble que par l'éclat et l'exactitude des couleurs.

Tous ceux qui ont approché cette femme ont vanté le charme de sa conversation et la délicatesse de son cœur. On l'avait chargée d'enseigner l'aquarelle aux filles de Louis XV, mais elle ne voulut jamais

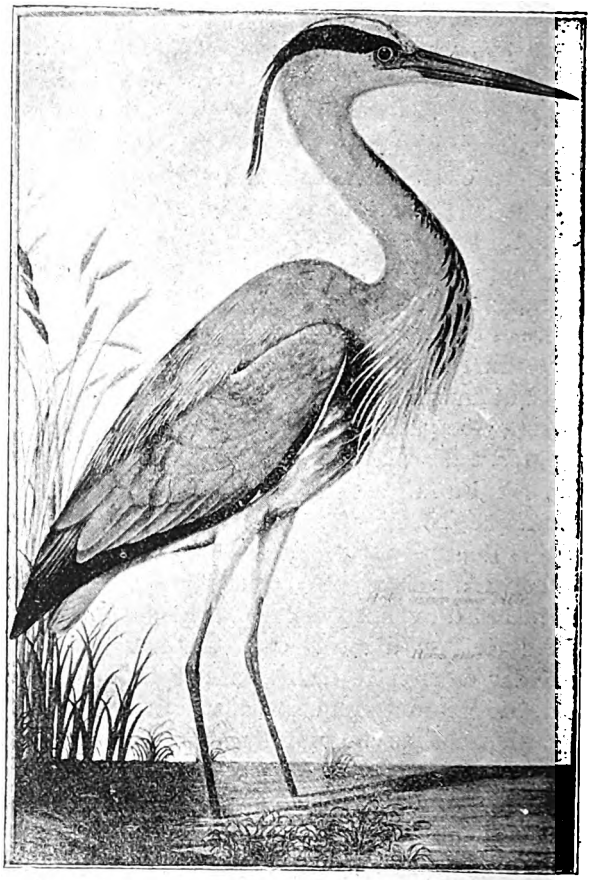


Fig. 293. — *Ardea cinerea*, Lin. (Héron cendré) par Nicolas Robert.

profiter de sa situation que pour obliger ceux de ses amis qui étaient dans l'embarras.

Un étranger, hollandais de naissance mais un peintre déjà illustre, succéda à Madeleine Basseporte et, par l'apport d'un talent nouveau, contribua à donner à la collection des vélins une plus grande variété. Gérard Van Spaendonck, né à Tilburg le 23 mars 1746, dans un pays réputé à la fois pour les soins qu'on donne à la culture des fleurs et par l'art des peintres qui excellent à les représenter, apportait à Paris les traditions des maîtres hollandais. Son activité artistique s'exerça

Digitized by Google

dans deux champs différents. Pour satisfaire au goût du jour et gagner sa vie, il peignait en miniature tous ces petits objets qui constituent, pour une bonne partie, le luxe des gens du monde et il le faisait avec un tel succès que, d'après un de ses biographes, Quatremère de Quincy, « il n'y eut bientôt personne qui ne voulut porter avec soi sur un dessus de boîte un vase de Van Spaendonck ».

A côté de cela, il consacrait le meilleur de son temps à peindre des toiles d'un art plus achevé, qui obtenaient dans les expositions organisées au Louvre, un succès mérité et qui lui ouvrirent de bonne heure les portes de l'Académie de peinture.

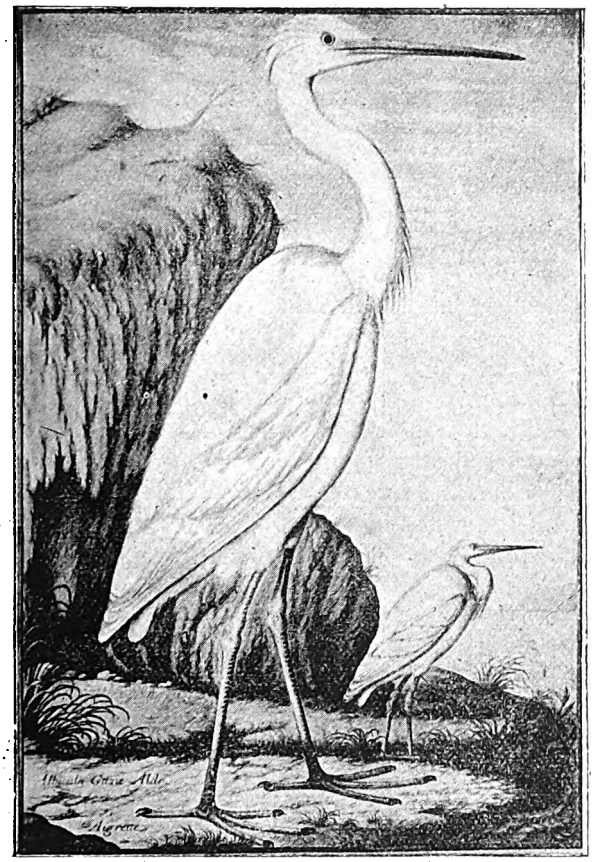


Fig. 294. — *Egretta alba alba* Lin. (Aigrette blanche), par Nicolas Robert.

Il n'avait pas encore trente ans lorsque Buffon, à l'affût des talents qui pouvaient rehausser le prestige du Jardin du roi, lui fit obtenir la survivance de la charge de Madeleine Basseporte, avec celle du titre de peintre du roi.

C'est par ce titre, qui lui confère la mission de continuer la collection des vélins que Van Spaendonck rentre dans la catégorie des peintres qui nous intéressent. Il faut bien avouer, cependant, que son apport à cette collection fut modeste, puisque le nombre des vélins qu'on peut, sans erreur, lui attribuer, encore qu'ils comptent parmi les meilleurs, ne dépasse pas la soixantaine. Il semble, qu'absorbé par ses autres travaux, il n'ait fait que l'indispensable pour justifier ses fonctions. Nous n'insisterions donc pas sur son nom, si, à d'autres points de vue, le rôle de Van Spaendonck dans le développement de la collection n'avait été de tout premier ordre.

Lorsque la Révolution eut supprimé, avec toutes les charges et tous les privilèges, le titre et la fonction de peintre du roi, lorsque, par son décret du 10 juin 1793, la Convention eut créé le Muséum d'histoire naturelle sur les ruines de l'ancien Jardin du Roi, nous retrouvons Van Spaendonck, titulaire de la chaire d'iconographie, créée à son intention, et faisant partie du corps des professeurs administrateurs auxquels est désormais confiée la gestion de l'établissement. C'est lui que ses collègues délèguent avec Desfontaines, pour aller prendre possession à la Bibliothèque Nationale de la collection des vélins qui y était abritée et que le décret de la Convention attribue à la Bibliothèque du Muséum. Van Spaendonck s'acquitte de cette mission à la satisfaction générale et, par ses soins, la collection est installée dans l'établissement où se trouve sa place naturelle et qu'elle ne quittera plus.

Un autre mérite de Van Spaendonck est d'avoir assuré la continuation de la Collection par la direction qu'il sut donner à l'enseignement qui lui était confié. Les principes de cet enseignement étaient ceux qui étaient exposés dans le mémoire présenté à la Convention par les professeurs-administrateurs du Muséum. Ils avaient pour but « de former les élèves, par les exemples des grands maîtres et par l'exercice non interrompu à rendre avec vérité, correction et pureté, les caractères, la forme et les couleurs des animaux et des végétaux ».

Van Spaendonck inaugura cet enseignement avec l'autorité que lui donnaient son titre de professeur d'iconographie végétale et plus tard celui de membre de l'Institut, dont il fut appelé à faire partie dès sa fondation.

Si la chaire d'iconographie n'a pas été maintenue après la mort de Van Spaendonck, en 1822, elle fut du moins remplacée par deux emplois de maîtres de dessin, l'un pour les plantes, l'autre pour les animaux, dont les titulaires furent successivement P.-J. Redouté, P. Lesourd Beauregard, A. Faguet, Madeleine Lemaire et Hissard d'une part, J. Huet, A. Chazal, A.-L. Barye, E. Fremiet, Millot et Mérite d'autre part. Les cours qui subsistent encore aujourd'hui, en vertu de la plus respectable des traditions, sont ouverts, comme à l'époque de leur création, à tous ceux qui se sentent des dispositions pour peindre ou dessiner les animaux et les végétaux.

Le décret de 1793 qui organisait le Muséum n'avait pas maintenu le privilège qui, sous l'ancien régime, réservait à un peintre unique le soin de

Digitized by Google

continuer la collection des vélins. Il avait, au contraire, décidé que les peintres seraient choisis au concours et n'en avait pas limité le nombre. Ce système, qu'avaient inauguré les nominations des deux frères Redouté et de Maréchal, fonctionnait encore en 1822 et quatre artistes étaient attachés officiellement au Muséum avec une spécialité déterminée. C'étaient P.-J. Redouté pour les plantes, H.-J. Redouté pour les reptiles, de Wailly pour les quadrupèdes et les oiseaux, N. Huet pour les vers, les insectes et les coquilles. Quant à Van Spaendonck, professeur d'iconographie végétale, son rôle consistait à préparer des peintres pour l'avenir, en formant des élèves et à surveiller, de concert avec les autres professeurs du Muséum, la bonne exécution des vélins.

Au XIXe siècle la collection a été continuée en fait par un nombre si considérable de peintres qu'il me serait impossible de vous les présenter tous aujourd'hui. Je me bornerai à mentionner les plus connus.

Pierre-Joseph Redouté domine de très haut la phalange des peintres de vélins du XIXe siècle. J'ajouterai même qu'il est, de tous ceux qui ont travaillé à la confection des vélins, le seul dont la renommée ne se soit pas affaiblie et dont les œuvres figurent encore avantageusement dans les ventes publiques.

Né à Saint-Hubert, près de Liége, le 10 juillet 1759, d'une famille où l'art de peindre était héréditaire, il subit dans sa jeunesse, comme Van Spaendonck, son aîné de treize ans, l'influence des peintres hollandais. On pourrait d'ailleurs rattacher au XVIIIe siècle aussi bien qu'au XIXe ce peintre de fleurs dont la notoriété était déjà considérable sous l'ancien régime et qui était admis à peindre à Trianon sous les yeux de Marie-Antoinette. Ce fut aussi sa destinée d'approcher de près les familles qui se succédèrent sur le trône de France. Il jouit de la faveur de l'impératrice Joséphine et fut un des derniers fidèles de la Malmaison. Il retrouva la même faveur auprès des princesses de la famille de Louis-Philippe et c'est à elles qu'est dédié son dernier ouvrage, *Le Bouquet Royal*, paru après sa mort en 1840.

Peintre des plus féconds, dont le rôle dans l'exécution des vélins ne peut être comparé qu'à celui de Nicolas Robert ou de Joubert, il se fit connaître également par l'illustration de nombreux ouvrages, parmi lesquels il est intéressant de citer la *Botanique* de J.-J. Rousseau.

Nous avons dit, qu'admis au premier concours qui suivit la réorganisation du Muséum, il avait été chargé de continuer la collection pour les fleurs et qu'il hérita, après la mort de Van Spaendonck, d'une partie de ses fonctions de professeur de dessin.

Parmi les autres peintres qui, au XIXe siècle, ont continué à enrichir la collection des vélins, on peut classer à part ceux qui, généralement disciples de Van Spaendonck et de P.-J. Redouté, se sont exclusivement consacrés aux plantes. Pancrace Bessa, Abeille de Fontaine, Adèle Riché, Riocreux enfin qui fut Conservateur du Musée céramique de Sèvres, nous ont laissé des fleurs qui supportent facilement la comparaison avec celles de leurs devanciers.

Plus intéressants peut-être sont les artistes qui ont traité des genres que ceux du XVIIe et du XVIIIe siècles n'avaient abordés qu'exceptionnellement.

Quoique l'anatomie eût été enseignée au Jardin des Plantes, presque dès son origine, les planches d'anatomie sont excessivement rares dans l'ancienne collection. Il devait appartenir à Cuvier, à Geoffroy Saint-Hilaire et à leurs successeurs d'en provoquer la multiplication. Trois gros volumes de la Collection sont consacrés à l'anatomie et conservent les noms de Maréchal, de Nicolas Huet et de J.-C. Werner.

Les mêmes et aussi de Wailly ont peint des quadrupèdes d'un travail soigné qui rappelle celui de Nicolas Robert pour les oiseaux.

Vaillant, Chazal, Mlle Alberti, se sont appliqués avec succès à la représentation des reptiles, H.-J. Redouté, Oudart et Millot ont continué la collection des poissons, Oudinot enfin s'est spécialisé dans les insectes et les coquillages.

Ainsi, au cours du XIXe siècle, l'École de peinture, fondée au Jardin des Plantes en 1793, avait parfaitement atteint son but puisqu'elle avait réussi à former des peintres capables « de rendre avec vérité, correction et pureté les caractères, la forme et les couleurs des végétaux et des animaux ». Tous les genres avaient trouvé des spécialistes et le grand ouvrage d'histoire naturelle, rêvé par Colbert, était en train d'être réalisé!

Et, cependant, ce n'est pas sans mélancolie que nous constatons que le nombre des vélins qui entrent dans la collection, diminue à mesure que le siècle avance vers sa fin. Le nom des vélins ne convient même plus à cette production, puisque les aquarelles sont assez souvent exécutées sur du papier bristol, d'un prix de revient moins élevé. A partir de 1907 aucun vélin, aucune aquarelle n'entre plus dans la collection.

Que s'est-il donc passé? A-t-on considéré que toutes les espèces avaient été reproduites et que la collection pouvait être considérée comme terminée? Mais aucune époque n'a été plus féconde en découvertes d'espèces nouvelles que la fin du XIXe siècle et le commencement du XXe. Que sont nos six mille vélins à côté des cent mille espèces, au moins, dont les naturalistes actuels admettent

Digitized by Google

l'existence ! Faut-il attribuer cet arrêt à des difficultés budgétaires? Dans une certaine mesure, sans doute, car il est certain que la suppression des crédits a rendu impossible la continuation de la collection.

La véritable raison, cependant, de l'arrêt de la collection des vélins, c'est que la collaboration des peintres est devenue de moins en moins indispensable aux savants à mesure que des procédés scientifiques nouveaux se sont créés et se sont perfectionnés.

Une aquarelle bien faite était autrefois le seul moyen de conserver dans les collections du Muséum une fleur qui n'avait fait que passer, un quadrupède ou un reptile un peu rare dont on voulait se rappeler les formes. Aujourd'hui la photographie et surtout la photographie en couleur, dont vous venez de voir de superbes exemplaires, rendent inutile le patient travail des artistes. Et que dire du cinématographe qui joint à la représentation des formes celle des mouvements et permet de projeter sur l'écran toute l'activité de la vie?

Et pourtant, Mesdames et Messieurs, la simple image d'une fleur n'est-elle pas une chose bien précieuse, lorsqu'un artiste l'a peinte avec amour en lui donnant ce je ne sais quoi qui nous émeut parce qu'il correspond à des pensées humaines?

Ce qui fait précisément le prix de notre collection de vélins, ce qui doit nous la rendre chère, c'est qu'elle renferme en elle tout le charme d'une époque disparue, où l'art avait sa place à côté de la science.

Qu'il nous soit permis, du moins, d'exprimer l'espoir que des temps moins durs reviendront, où le dédain des œuvres même pratiquement inutiles nous semblera un signe d'indigence et qu'alors beaucoup de choses, qui aujourd'hui semblent mortes, renaîtront, parmi lesquelles la collection des vélins du Muséum d'histoire naturelle.

L. Bultingaire,
Bibliothécaire en Chef du Muséum National d'Histoire naturelle.

FAITS ET THÉORIES D'ASTRONOMIE SIDÉRALE ET PLANÉTAIRE

(Suite) (1)

Étoiles doubles et classes Spectrales. — Toujours est-il que nombre des étoiles doubles certaines ou à très peu près, est considérable. Aitken qui s'est spécialisé dans leur étude n'en donne pas moins de deux sur trois ; ce qui signifie que le cas du soleil est une quasi-exception, puisqu'il n'est lié à aucun autre soleil rapproché. Il y a en tout cas 8 étoiles doubles à composantes séparables sur les 20 étoiles les plus rapprochées de nous. Mais y a-t-il des relations entre ces systèmes et les classes spectrales?

Oui, si l'on admet avec Myers, Campbell, André et d'autres que les variables continues des types β Lyre sont des doubles comme Algol où la probabilité de double est très forte.

Ces variables continues, qui ne peuvent être que très serrées, appartiennent à des classes spectrales primitives, surtout aux classes B et A et à la classe B plus qu'à la classe A. Algol par exemple est une étoile à hydrogène. Et pour les visuelles, Aitken a trouvé que 164 doubles à composantes visibles bien étudiées se répartissaient comme suit dans les classes spectrales : 4 sont dans la classe B, 131 dans les classes A et F, 28 dans les classes G et K, 1 dans la classe M. De plus à mesure que les périodes, c'est-à-dire les distances, augmentent, les types spectraux sont de plus en plus compliqués, tendent vers celui de la classe M. Ceci porte aux réflexions qui suivent. Les étoiles doubles peuvent se former, semble-t-il, soit par capture d'une étoile par une autre, soit par une scission d'une étoile en deux autres ; soit par formation de deux étoiles autour de deux noyaux très voisins, indépendants. Aitken penche pour la scission. Et, en effet, les distances immenses qui séparent les étoiles éliminent la possibilité de captures aussi fréquentes que le nombre de doubles et la ténuité des nébuleuses vraies amorphes, où les étoiles doivent prendre naissance, rend improbable l'existence, dans un voisinage immédiat, de deux centres de concentration. Reste la scission. Comme on va le voir elle est très séduisante. Pourquoi se produit-elle? J'imagine qu'elle se produit par séparation de parties dissemblables réunies primitivement dans un noyau unique. Du coup s'explique que dans les doubles serrées ou variables continues type Algol, une des étoiles soit obscure et l'autre brillante. C'est précisément parce qu'elles sont dissemblables qu'elles se sont séparées. Or ces doubles vieillissent comme les autres étoiles, Que se passe-t-il alors? A cela un mathématicien anglais, *Darwin*, le fils du naturaliste, a trouvé la réponse. J'ai dit que les étoiles serrées et jeunes étaient déformées par un phénomène de marée. La mécanique démontre que dans ce cas, s'il y a un mouvement de rotation en même temps que mouvement orbital et dans des conditions que je vais préciser, qui sont très probables, une certaine partie de la quantité de mouvement de *rotation* du corps allongé se transforme en quantité de mouvement

(1) Voir *Revue Scientifique* du 11 septembre 1926, page 513.

***

Digitized by Google

orbital du corps déformant. D'où résulte sur celui-ci une accélération tangentielle dont l'effet est de transformer l'orbite fermée en une spirale qui s'ouvre lentement. L'excentricité et la distance augmentent et c'est bien ce qui se passe dans les étoiles étudiées par Aitken. Darwin insiste entre autres sur le cas du système Terre-Lune. A l'origine les astres sont très voisins, la Terre tourne autour de son axe en 5 heures, durée un peu plus courte que celle de la révolution du satellite. Alors par l'effet des marées la Lune s'éloigne de la Terre en même temps que le jour et le mois s'allongent. Ainsi s'explique que les étoiles doubles visuelles, à composantes séparables, soient de types spectraux avancés, A et F ou G surtout. Cependant leur nombre diminue dans les types K et M ; mais il doit diminuer alors en effet parce que les distances et les révolutions sont devenues si grandes que nous ne les connaissons plus comme doubles, la durée de nos observations étant encore trop courte. Les périodes qui s'expriment en jours et fractions de jour pour les photométriques, vont à des centaines de milliers d'années, en effet, pour les visuelles. Ainsi tout s'ajusterait dans l'univers sidéral. Les types β Lyre seraient des étoiles doubles en formation ; la scission est achevée avec le type Algol et la séparation se développe avec les visuelles. Notons encore ici que les étoiles bleues ont des masses qui paraissent plus grandes que celles des jaunes.

Étoiles Temporaires. — En réalité tout ne s'ajuste pas, il est une classe de variables que j'ai laissée de côté parce qu'elle ne rentre pas dans les catégories envisagées jusqu'ici. Ce sont les étoiles temporaires ou *novae*. Ces étoiles sont fréquentes. Il en apparaît à peu près une par an ou tous les deux ans et beaucoup, sûrement, nous échappent. Une trentaine aujourd'hui sont bien connues, elles apparaissent soudainement en des points où on ne connaissait

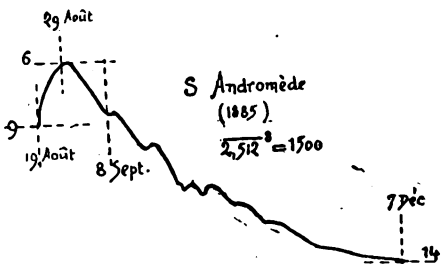


Fig. 295. — Remarquer les irrégularités de la partie descendante.

nulle étoile ou bien ce sont des étoiles faibles dont l'éclat augmente de centaines ou de milliers de fois, jusqu'à 10.000 ou 20.000 fois sa valeur, dans l'espace de 2 à 3 jours, pour diminuer ensuite et devenir très faibles, généralement dans l'espace de quelques mois, et par des variations irrégulières d'éclat, ainsi qu'on le voit par exemple dans la courbe de lumière de S Andromède (fig. 295). Quand elles commencent à s'affaiblir, elles manifestent des lignes brillantes de spectre des nébuleuses planétaires, dont la vitesse moyenne est aux environs de 90 km ; ce qui les différencie grandement des nébuleuses amorphes ; puis le spectre continu se développe pendant que l'étoile passe à l'état d'étoile Wolf Rayet, ce qui a été la destinée de toutes les novæ récemment étudiées et elles se maintiennent dans ce dernier état. On ne sait à quoi il faut attribuer un si soudain changement d'éclat. On ne voit comme explication que la rencontre d'une étoile et d'une nébulosité amorphe. En fait la Nova Persée 1901 a nettement démontré l'existence d'une telle nébulosité autour de l'étoile, car elle l'a rendue lumineuse pendant quelques mois, en l'éclairant par l'onde de lumière qu'elle y a projetée et dont le cheminement à travers la nébulosité non lumineuse par elle-même a pu être suivi avec précision. On doit remarquer ici que, d'après le tableau des températures et des vitesses, il doit y avoir des étoiles obscures et animées de grandes vitesses. Ces étoiles apparaissent enfin presque toutes dans la Voie Lactée ou dans son voisinage immédiat et on verra que les exceptions à cette règle ne font que la confirmer d'une manière éclatante, comme je le dirai bientôt. Il y a d'ailleurs des nuages obscurs dans la Voie Lactée.

Etoiles multiples. — Puisqu'il y a des étoiles doubles il doit y avoir des étoiles triples, quadruples, multiples. Il en est ainsi effectivement et d'une manière générale, de plus en plus, les étoiles apparaissent comme rassemblées par groupes de mieux en mieux connus. Les plus apparents sont les amas stellaires. Ils sont de deux sortes : les amas globulaires, type amas d'Hercule, qui ne contient pas moins de 50.000 soleils, et les irréguliers dont de bons exemples sont ceux des Pléiades et la Crèche (Cancer). Dans une photographie de 1°,3 carré à peu près, des frères Henry, on ne compte pas moins de 2.300 étoiles dans le groupe des Pléiades, jusqu'à la 17^{e} *mg.* Or ces amas obéissent eux aussi à la loi de répartition des étoiles et très exactement. Leur nombre est de 86 pour les globulaires, du double pour les autres. Ils sont exactement symétriques, quant à leurs nombres respectifs, par rapport au plan galactique et leur nombre diminue très rapidement quand on s'éloigne de ce plan (fig. 296). Toutefois c'est aux environs de la latitude galactique de 10° que le nombre des globulaires est le plus grand. Il n'y en a plus tout auprès du plan galactique. Peut-être que la fréquence relative des étoiles au voisinage immédiat de ce plan empêche la formation de centres d'agglomérations particuliers bien définis.

Digitized by Google

Or l'étude des mouvements propres a montré que des étoiles parfois très distantes à première vue et entre lesquelles on n'aurait jamais songé à trouver aucun lien mécanique, avaient des vitesses équipollentes. D'où la notion de courant stellaire. C'est ainsi qu'on connaît 15 étoiles appartenant

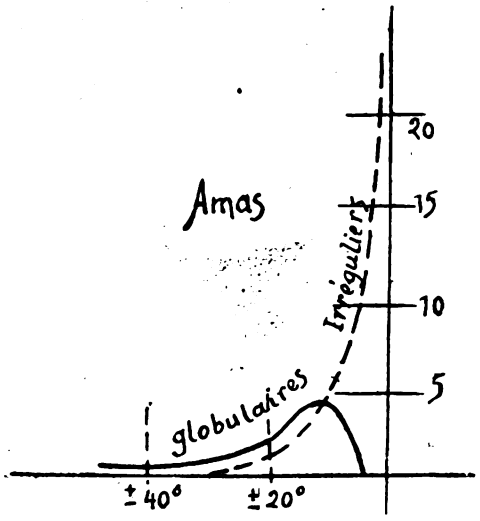


Fig. 296

à 11 constellations, aussi distantes que Cassiopée l'est de la Croix du Sud, dont la vitesse est la même que celle du soleil. J'ai déjà dit que le soleil faisait sans doute partie d'un amas ou d'un courant d'étoiles jaunes.

Courants de Kapteyn. — Une confirmation éclatante de ces vues sur les courants stellaires a été donnée par Kapteyn de Groningue. En 1904, cet astronome annonça que par l'étude des mouvements propres, il avait découvert que toutes les étoiles les mieux connues étaient groupées en deux courants stellaires, qui ont reçu le nom de courants 1 et 2 de Kapteyn. Ils sont inégalement riches ; le courant 1 contenant 1,5 fois plus d'étoiles que le courant 2 et en outre ce courant 1 est constitué surtout d'étoiles bleues. Il se dirige vers un point du plan galactique situé entre Orion et les Gémeaux ; $\alpha = 6$ h. 20^m $\mathcal{D} = 12°$; tandis que le courant 2, composé surtout d'étoiles jaunes et plus encore de rouges, se dirige dans le sens exactement opposé, vers un autre point du plan galactique situé auprès du Sagittaire. Leur vitesse relative est de 40 km. Bien entendu chaque étoile, tout en participant au mouvement d'ensemble du courant auquel elle appartient, a en même temps une vitesse par rapport à ce courant dirigée dans un sens quelconque. Les courants sont comme on dit des mouvements préférentiels. Quelque étonnante qu'ait paru cette découverte de Kapteyn et bien que Schwartzschild ait tenté de lui substituer une autre loi concernant la répartition générale des mouvements propres, elle a été depuis confirmée et étendue, entre autres par Dyson et Eddington en Angleterre.

La Voie lactée. — Ainsi comme je l'ai dit tout paraît se tenir dans le monde des étoiles ; un ordre s'y manifeste, qui commence à apparaître, bien que les études y datent d'hier. Toujours est-il que Pickering réunissant tous les renseignements aujourd'hui reconnus a pu tracer une figure représentant l'ensemble de la Voie Lactée telle que nous pouvons maintenant l'imaginer. Il la constitue (fig. 297) d'un amas central relativement dense et aplati dont des dimensions sont de 18.800 et de 3.500 années de lumière et d'un anneau extérieur, divisé, je suppose, en branches à peu près concentriques ou spirales, du diamètre total de 46.000 années de lumière. Enfin le soleil serait à 12.000 années de lumière du centre, pas loin du bord de l'amas central et un peu en dehors du plan moyen de l'ensemble ; car le plan galactique n'est pas tout à fait un grand cercle de la sphère céleste ; c'est un petit cercle de 88° de rayon.

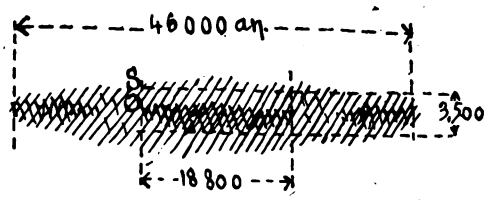


Fig. 297. — S est la place du Soleil. De S la Voie lactée a donc deux branches du côté droit, une seule à l'opposé.

La Voie Lactée et la théorie cinétique des gaz. — Ainsi, si peu avancée qu'elle soit, l'étude des étoiles démontre qu'elles dépendent de lois définies. Mais y a-t-il une loi générale qui s'applique à toutes à la fois, à leur ensemble? A cette question Lord Kelvin, par un de ces rapprochements qui sont le propre du génie, a suggéré une réponse qu'Henri Poincaré a approfondie. Elle consiste à assimiler la Voie Lactée tout entière à une masse gazeuse dont les étoiles seraient les molécules et à en déduire ses propriétés capitales par l'application des principes de la théorie cinétique des gaz. Dans cette théorie un gaz est formé de molécules s'entrecroisant dans tous les sens et agissant les unes sur les autres dans une sphère d'action d'ailleurs peu étendue. A distance relativement grande elles s'attirent, mais elles se repoussent à très grande proximité et rebondissent alors comme des balles les unes sur les autres. Et on sait que dans une masse gazeuse libre en équilibre adiabatique la pression et la température augmentent quand on passe de

Digitized by Google

la périphérie au centre. Mais les pressions et les températures dépendent des vitesses des molécules. De sorte que la connaissance des vitesses au centre de la Voie Lactée doit permettre de calculer le nombre des étoiles et l'étendue de la Voie Lactée. Précisément nous sommes peu éloignés de la partie centrale de la Voie Lactée. Le problème posé est donc possible et Poincaré conclut, d'après les vitesses mesurées, que le nombre des étoiles est de l'ordre du milliard et que la Voie Lactée a pour diamètre 2.000 fois la distance des étoiles les plus rapprochées. Au moment de ces estimations le nombre total des étoiles connues était de 200 millions et Poincaré trouve l'accord suffisant. Mais il l'est beaucoup plus qu'il ne le pensait puisqu'il est précisément de l'ordre du milliard. Sur les dimensions il ne fait aucun commentaire et se contente d'indiquer le résultat. Commentons pour lui. Les étoiles les plus rapprochées ont une parallaxe de 0",2, soit une distance de 16 années de lumière et $16 \times 2.000 = 32.000$. Rapprochons ce chiffre de celui de Pickering. Il est impossible de ne pas être frappé, surtout si l'on ajoute que Poincaré a supposé jusqu'ici la masse gazeuse sphérique et non aplatie, donc a estimé un grand diamètre trop petit. Il remarque enfin qu'étant donnée l'extrême ténuité de la matière dans l'étendue qu'elle occupe il suffirait d'une rotation d'ensemble faisant faire à la Voie Lactée 1/5 de " par siècle pour expliquer son aplatissement : un tour en 500 millions d'années. J'ajoute que si la rotation n'a pas la même vitesse dans les différentes régions de l'ensemble, comme cela a lieu dans le système solaire, on peut chercher dans cette inégalité une explication des courants de Kapteyn. Des rotations de l'ordre de celle que Poincaré a envisagée suffisent. Allant plus loin il assimile même la Voie Lactée à la matière radiante de Crookes ; car remarque-t-il une étoile peut facilement parcourir toute l'étendue de la Voie Lactée sans entrer dans la sphère d'action d'aucune autre. Ainsi la Nature peut bâtir sur le même plan, un gaz raréfié sous le petit volume d'un tube de laboratoire et un système contenant plus d'un milliard de soleils. Quelle est donc la signification de l'étendue et celle de quantité?

Spirales ou Galaxies. — En construisant la Voie Lactée comme je l'ai dit Pickering l'imaginait à la manière de corps célestes dont je n'ai pas encore parlé et qui enrichissent sans mesure notre univers. On les appelle, très improprement d'ailleurs, des nébuleuses spirales. Elles ont été connues bien avant d'être reconnues. Herschell en avait repéré 10.000 environ. Il les prenait pour des nébuleuses, ce qu'elles ne sont pas. Il avait bien remarqué qu'elles étaient réparties sur la sphère céleste tout autrement que les étoiles, en nombre maximum aux pôles de la Voie Lactée, minimum, inexistantes même, dans le plan galactique, où il n'y a que des nébuleuses vraies. C'est Keeler avec le Crossley qui, à partir de 1898 a éclairé d'un jour nouveau la question des spirales. D'abord il en a considérablement étendu le nombre. On en connaît aujourd'hui d'après Fath, Curtis, 7 à 800.000 et leur forme spirale les signale à première vue sur les clichés où elles s'impriment. Une seule est visible à l'œil nu, dans Andromède. Or ces prétendues nébuleuses, plus on les étudie, et plus elles se révèlent comme d'autres voies lactées contenant chacune son milliard d'étoiles. En effet, la nébuleuse d'Andromède a un spectre qui ressemble à celui du soleil. Ce n'est donc pas un gaz à haute température. De même les nébuleuses spirales ont toutes des spectres analogues à ceux des amas stellaires. Elles sont donc composées d'étoiles, que nous ne pouvons séparer que par suite de leurs grandes distances. Curtis a estimé ces distances. Les novae qui n'arrivent pas dans la Voie Lactée arrivent dans des spirales, et de l'examen de leur éclat maximum, Curtis a pu déduire une évaluation de leurs distances. Ces distances sont immenses, de l'ordre de millions d'années de lumière, et à 10.000.000 d'années la Voie Lactée de Pickering, soutiendrait un angle de 15', ce qui correspond bien aux dimensions apparentes des spirales. Enfin elles ont des vitesses énormes par rapport à nous, de l'ordre de centaines de kilomètres, jusqu'à 1.100 kilomètres à la seconde ; ce qui prouve, dit Curtis, qu'elles ne font pas partie de la Voie Lactée. Tout concourt ainsi à nous y faire voir d'autre mondes aussi étendus que le nôtre. Et si elles ne paraissent pas répandues uniformément dans le ciel, elles montrent elles-mêmes qu'il doit en être ainsi. Elles contiennent en effet un milieu absorbant, qui existe par conséquent aussi dans notre galaxie particulière, et qui empêche à proximité du plan galactique de les apercevoir. Enfin si la Voie Lactée est une spirale, elle est finie et limitée comme elles (1). Tel est le monde des corps. Des retouches souvent importantes seront apportées dans l'avenir au tableau que je viens de présenter, où j'ai peut-être trop

(1) Récemment Hubble a résolu en étoiles certaines portions marginales de la nébuleuse d'Andromède, et Parvulesco a admis que les amas globulaires étaient des spirales d'un type ou dans un état particulier. Ils sont accumulés dans la direction du Sagittaire où manquent les grandes spirales. Ces dernières ne sont pas réparties uniformément autour de nous. Enfin notons que deux branches voisines d'une spirale peuvent se comporter comme des courants de Kapteyn.

Digitized by Google

accusé le dessin ; car une science qui se fait et qui commence comporte beaucoup de résultats provisoires ou approximatifs. Dans l'ensemble toutefois la part de certitude qu'il contient est assez étonnante dans sa variété pour pouvoir, sans humilité excessive de notre part, nous impressionner fortement, nous frapper de stupeur. C'est une raison pour ne pas oublier qu'il existe à côté de lui, et au-dessus de lui, un monde des esprits et un monde moral.

Le Soleil. — Le soleil est l'étoile qui nous intéresse le plus directement. On a vu sa place dans la Voie Lactée. C'est une étoile simple de la classe spectrale G appartenant au courant II de Kapteyn. Bien que son éclat soit 560.000 fois celui de la pleine lune, s'il était à la distance de un parsec il serait aux environs de la 5e *mg.* ; et aucune étoile n'est aussi rapprochée de nous. A la distance moyenne des 20 étoiles les plus proches, à 5 parsecs, il serait tout à fait invisible à l'œil nu. Il rayonne cependant au taux de 1.000.000 de calories kilogrammes par minute et par *mc.* de sa surface, soit $2{,}7 \times 10^{30}$ grandes calories par an et sa température superficielle est de 6.000°. D'ailleurs si cette température variait de 600° celle de la terre varierait de 28. L'entretien de la chaleur solaire, s'il était formé d'un bloc de charbon, le consommerait en 5.600 années. On a cherché à s'expliquer la production de cette formidable énergie ; et on a invoqué récemment à cet effet l'existence de corps radioactifs, la transformation de la masse en énergie, la formation des atomes à partir de l'hydrogène. Helmholtz a fait remarquer plus simplement que si le soleil se contracte de 100 *m.* par an sur le diamètre, le travail de la gravitation, positif dans le cas du soleil, qui en résulte suffit à entretenir son rayonnement. Or à 100 mètres par an il faut 7.240 ans pour diminuer le diamètre apparent de 1" ; et ce diamètre est difficile à apprécier très exactement. André a montré qu'il dépendait de l'instrument de mesure, par suite de diffractions. Le soleil est aussi une étoile variable, légèrement, peut-être analogue à certaines variables à longue période. Sa surface en effet présente des taches, probablement de la même famille que nos cyclones, dont les dimensions dépassent souvent celles de la terre, et dont la surface et le nombre varient périodiquement, la durée de la variation n'étant pas tout à fait constante, voisine *en moyenne* de 11 ans, 1 et de même allure que celles des variations de l'éclat des variables en question : du minimum au maximum il y a moins de temps que du maximum au minimum. Le nombre des taches varie de 1 à 20 dans cette période, découverte par Schwabe. Or le rayonnement du soleil est d'autant plus grand que le nombre des taches est plus grand. On a remarqué, par exemple, en corrélation avec cette variation, que l'éclat de Jupiter était plus grand au maximum qu'au minimum, et qu'il en était de même de l'éclat de la lune éclipsée, qui reste éclairée légèrement par les rayons réfractés par l'atmosphère terrestre. D'autre part la variation diurne de la déclinaison de l'aiguille aimantée, qui est de 6 à 7' au moment du minimum, est de 11 à 12' au moment du maximum. Les orages magnétiques qui font varier cette déclinaison jusqu'à plusieurs degrés et pour une durée de quelques heures ou même de quelques jours, s'accompagnent encore de la présence de certains groupes de taches et leur nombre a la même période que le nombre des taches. Il en est enfin de même de la périodicité des aurores polaires. On a remarqué aussi que lorsque plusieurs taches forment chapelet, les extrémités de la chaîne ont des polarités magnétiques opposées, la chaîne formant comme un aimant.

Les Planètes. — Le soleil est encore la seule étoile à laquelle nous connaissons, autrement que par induction, des planètes. On sait qu'elles sont au nombre de 8. Elles comptent fort peu vis-à-vis du soleil puisque toutes ensemble elles ne font que la 1/700 partie de la masse totale du système. Jupiter, la plus grosse des planètes est à peu près 1.000 fois plus petite en volume que le soleil et la terre est 1.400 fois plus petite que Jupiter. Or ces planètes se distinguent entre elles par plusieurs côtés. Elles forment d'abord 2 groupes principaux. Dans le premier, de 4 planètes, dont la terre qui est la plus grosse du groupe, les planètes sont serrées, denses, petites, à rotation lente, sans ou avec peu de satellites. On n'en connaît qu'à la terre, un seul et deux à Mars, si petits qu'on ne les a jamais vus, je crois, en Europe. Ils ont été découverts à Washington, en 1877, par Asaph Hall, avec le célèbre objectif de 66 c/m. L'un deux, se lève, sur Mars bien entendu, à l'Ouest et se couche à l'Est, car sa révolution est plus rapide que la rotation de la planète qui a lieu en 24 h. 40 m. environ. Les 4 autres planètes forment un 2e groupe, à caractères opposés à ceux du 1er. Elles sont volumineuses, très écartées, très légères, Jupiter est si peu dense qu'on a proposé d'y voir une sphère creuse en ciment armé, à armature de fer, suggestion due il est vrai à un ingénieur des Ponts et chaussées, M. Souleyre, à rotation rapide, de 10 h. à peu près ou moins, et elles ont beaucoup de satellites. On en connaît 9 à Jupiter, 10 à Saturne, 4 à Uranus, 1 à Neptune. Tandis que Mars est à une fois et demie la distance de la terre au soleil, Neptune est à 30 fois cette distance. En rayons solaires cela fait 325 fois ce rayon pour Mars et 6.400 fois pour

Digitized by Google

Neptune. Il faut encore séparer le groupe Jupiter, Saturne, du groupe Uranus, Neptune; ces deux dernières planètes sont beaucoup plus petites que les premières, elles font 60 fois la terre environ, en volume, et de plus leur rotation autour de leur axe est rétrograde.

Toutes ces planètes sont très simplement arrangées autour du soleil, elles tournent autour de lui dans des plans à peu près confondus, si bien qu'elles ne sortiraient jamais d'une boîte dont le diamètre vaudrait 60 fois la hauteur, leurs orbites sont si près d'être une circonférence que l'orbite de Mars, la moins circulaire après celle de Mercure, trop près du soleil et trop petite pour nous arrêter, serait représentée par une ellipse de 5 m. de grand axe et de 4 m. 98 de petit axe. Enfin elles marchent toutes dans le même sens, comme les pièces d'un jeu de petits chevaux. Leurs vitesses, tant angulaires que linéaires, diminuent quand la distance au soleil augmente. Mercure fait son tour en 88 jours et parcourt 48 km. à la seconde. Neptune a besoin de 165 années et ne marche qu'à la vitesse de 5 km. 5 à la seconde.

Satellites. — Les satellites présentent des particulatriés notables. La lune est exceptionnelle par sa dimension relative et sa distance à sa planète, toutes deux très grandes. Nous savons que d'après Darwin elle continuera de s'éloigner tant que le jour de la terre sera plus court que la durée de sa révolution. Mais le jour s'allonge par l'effet des marées. Un moment viendra où ces deux mouvements auront même durée. La terre alors tournera toujours la même face vers la lune, comme fait déjà la lune vers la terre. Puis interviendront les marées solaires pour retarder encore la rotation terrestre et la lune se rapprochera de nouveau de la terre jusqu'à la rencontrer, et c'est peut-être le cas du satellite de Mars qui se lève à l'Ouest. Deux satellites de Jupiter, les plus éloignés, à plus de 330 rayons de la planète font leur révolution dans le sens rétrograde, et de même fait le satellite le plus éloigné de Saturne, à 214 rayons. Tous les satellises d'Uranus et celui de Neptune sont aussi rétrogrades. Pourquoi ces singularités? Cela provient très probablement de ce que ces satellites, formés par scission dans les planètes primitives, comme se forment sans doute les étoiles doubles, se sont détachés à un moment où la rotation des planètes était rétrograde, car on a de bonnes raisons de penser que toutes les rotations se sont faites à l'origine dans le sens rétrograde. Puis les rotations planétaires sont devenues directes, et alors seulement elles auraient lâché les autres satellites. Stratton a en effet découvert dans les équations de Darwin des conséquences que Darwin n'avait pas aperçues. Il a observé que ces équations démontraient des variations continues dans les inclinaisons des axes de rotation sur les orbites et que l'axe, d'abord à peu près perpendiculaire à l'orbite, se couchait peu à peu sur elle, puis passait de l'autre côté. A partir de ce moment la planète est directe. C'est la théorie de « l'inversion des équateurs planétaires ». On pense que l'axe de rotation d'Uranus n'est incliné que de 8° sur le plan de l'orbite; que celui de Neptune l'est de 52°.

Jupiter enfin présente sur son disque une énorme tache rouge permanente légèrement mobile, grosse 3 fois comme la terre. Elle n'est pas appliquée sur la planète même, mais reste suspendue dans son atmosphère, puisqu'elle porte ombre sur la surface sous-jacente, et on peut y voir sans invraisemblance, le germe d'un satellite qui n'est pas détaché. Avant de quitter cette question des satellites je remarquerai encore que la Lune est le seul astre dont la topographie superficielle, la sélénographie nous soit connue avec quelque précision et dans le détail. Or cette topographie, comme l'a indiqué Puiseux, a des traits communs avec celle de la Terre. Il existe sur la Lune une chaîne de dépressions méditerranéennes et une vaste dépression atlantique perpendiculaire, sillonnée d'ailleurs, comme l'atlantique terrestre, d'une ligne de volcans. Quant aux cirques montagneux, qui y abondent, et qui y sont de toutes dimensions, ils peuvent provenir de la formation de crevasses circulaires détachant des fragments de l'écorce qui s'enfoncent. Mais plus anciennement qu'eux il semble que se soit formé un réseau de relief polygonal à base de losanges. Et ces dernières formations différencient essentiellement le satellite de sa planète.

Anneaux. — Il y a encore dans le système solaire un très grand nombre de petites planètes, formant trois anneaux denses avec des vides réels, entre Mars et Jupiter. La plus grosse : Cérès, a moins de 800 km. de diamètre, les très petites, de *mg.* 16, ne doivent avoir qu'une dizaine de kilomètres. Et Stroobant, récemment, vient d'estimer leur nombre, d'après les dénombrements, de 60 à 100.000. Elles sont presque toutes photographiques et leur masse totale ne dépasse pas le 1/1800 de celle de la Terre, car elles ne produisent pas de perturbations sensibles dans les planètes. Leurs *mg.* vont de 6 à 20. Au delà des anneaux principaux on connaît des petites planètes qui vont jusqu'en dedans de l'orbite de Mars, comme Eros, qui, pour cette raison,

Digitized by Google

a pu servir à mesurer la distance du Soleil à la Terre, et d'autres, au nombre de 6, dont les orbites voisinent avec l'orbite de Jupiter. Une autre atteint même la distance de Saturne.

Ces anneaux ne sont pas une exception. En effet on connaît maintenant de tels anneaux autour des planètes. Jupiter a deux satellites jumeaux à la distance de 160 rayons de la planète et Saturne deux également à 24 rayons. Il doit y en avoir d'autres, car ces satellites sont petits et photographiques. De plus, Jupiter montre des bandes équatoriales parsemées de noyaux qui peuvent être comme des anneaux en formation et tout le monde connaît les anneaux de Saturne. Comme pour les petites planètes, il y en a plusieurs séparés par des vides. Comment sont-ils constitués? Ils ne peuvent être solides. Laplace a démontré que dans ce cas ils tomberaient sur la planète; Hirn qu'ils ne pourraient résister aux efforts intérieurs auxquels ils seraient soumis par suite de leurs vitesses angulaires différentes et de l'action des satellites. Maxwell s'est demandé s'ils pouvaient être liquides ou gazeux. Il ne le paraît pas et de plus l'anneau intérieur dit « anneau de Bond », moins dense que les autres, laisse passer au travers de lui les rayons lumineux venant des étoiles sans les dévier. Donc, ils sont constitués par une infinité de petits satellites qui poursuivent chacun leurs orbites individuelles. Ceux qui sont le plus près de la planète, comme le 1er satellite de Mars, se lèvent à l'W. L'épaisseur des anneaux est estimée au plus à 3 ou 400 km.

Beaucoup de petites planètes, on en a calculé 800 environ, ont une forte excentricité. Celle d'Alinda est égale à 0,53, ce qui dépasse celles de quelques comètes. Et on a confondu pendant 12 ans environ la petite planète 516 et la comète 1908 a. Il devient difficile à ce point de vue de distinguer entre petites planètes et comètes. Ce n'est pas à dire que ce soient des corps de même nature.

Les Comètes. — Les comètes sont les enfants terrible du système solaire. On en connaît à peu près 400 dont 60, à courte période, plus petite que 100 années, sont dites plus proprement périodiques. Il en apparaît 4 par an en moyenne et elles ne restent visibles chacune à l'ordinaire que pendant quelques semaines ou quelques mois. Quand leurs périodes s'allongent en même temps que les ellipses qu'elles parcourent, ces ellipses, dans la partie que nous en connaissons, se confondent pratiquement avec des paraboles. D'où les comètes paraboliques. Mais y en a-t-il d'hyperboliques? La chose est importante. Si oui, en effet cela prouve qu'elles viennent des espaces intersidéraux, où elles n'appartiennent nullement au système solaire, et qu'elles sont simplement rencontrées par hasard par celui-ci dans son voyage à travers l'espace. Elles seraient alors comme des voyageurs solitaires égarés dans un désert et rencontrés par des caravanes qui les adopteraient. Or 7 à 8 seulement peuvent peut-être être considérées comme hyperboliques. Mais à y regarder de près il se trouve qu'alors les observations sont insuffisantes pour assurer une bonne détermination. Et puis, récemment, M. Fabry a en outre montré que des comètes primitivement paraboliques peuvent devenir hyperboliques par l'action des planètes. C'est que ces astres, de très faible masse, sont réellement ballotés, tiraillés en tous sens par les planètes auprès desquelles ils passent et on peut dire qu'au lieu de la belle simplicité des mouvements planétaires, avec eux, nous n'avons plus que des mouvements perturbés, ou au moins surtout perturbés. C'est ainsi, comme l'avance Newton, de Yale, que les comètes paraboliques peuvent aussi être capturées par les planètes et devenir elliptiques à courte période. C'est la théorie de la capture. La majorité des comètes sont en nombre à peu près égal, directes ou rétrogrades; elles ont des inclinaisons quelconques mais presque toutes les comètes à courte période sont directes, comme les planètes. Il me semble que cela va de soi si on admet la capture; car allant dans le même sens que les planètes elles peuvent rester plus longtemps sous leur influence que si elles allaient en sens inverse; comme deux trains sur des voies parallèles s'éloignent moins vite l'un de l'autre s'ils vont dans la même direction que s'ils vont dans des directions opposées. Ces comètes captées forment des familles de comètes. C'est ainsi qu'on en compte 30 dont l'orbite, dans sa partie la plus éloignée du Soleil, à l'aphélie, touche à l'orbite de Jupiter. Il y en a 6 qui touchent à celle de Neptune, dont la comète de Halley, qui est d'ailleurs rétrograde par exception.

Mais que deviennent les comètes quand elles s'approchent du Soleil? On sait d'abord qu'elles forment quelquefois des queues. Ces queues naissent de l'abandon par la comète de particules extrêmement petites qui fusent hors de son noyau toujours diffus, auprès du soleil surtout. Elles prouvent l'existence d'une force répulsive qui émane du Soleil. On a assimilé cette force à la pression de radiation de Maxwell-Bartoli. En ce cas elle est proportionnelle aux surfaces. Sur la terre elle n'est que de 6 gr. par hectare; mais pour une particule de la densité moyenne de la Terre : 5,5 et de diamètre 0 μ 3 elle devient égale à l'attraction newtonienne. Au-dessous de ces dimensions, dans certaines limites, elle l'em-

Digitized by Google

porte sur cette attraction. Alors la particule décrit une branche d'hyperbole dont la convexité est tournée du côté du Soleil. Les particules qui fusent en A, B, C, D, décrivent donc chacune leurs hyperboles particulières A*a*, B*b*, C*c*, D*d*, et quand la comète est en E, elles forment la queue *d*, *c*, *b*, *a*. Cette queue, on le voit, est dans le plan de l'orbite et elle est plate. Quand la Terre est aussi dans le plan de l'orbite elle apparaît donc comme une mince ligne droite. On peut dire qu'elle n'appartient pas à la comète, étant constituée d'éléments qui lui échappent à tout jamais.

Mais les comètes à courte période courent de plus grands dangers. La capture planétaire ou tout autre cause qui les rend telles, les condamne à une fin prochaine. Voici le processus de leur destruction. Elles sont soumises le long de leur orbite, du fait de la grande excentricité qui les fait passer de très petites à de très grandes distances au soleil, à de telles variations de milieu qu'elles n'y résistent pas et qu'elles se disloquent. C'est ainsi que la comète de Biéla en 1846 avait deux noyaux au lieu d'un seul, qu'en 1852, ces deux noyaux étaient distants de 2.000.000 de km. Le noyau de la comète de 1915 à Mellish s'est également divisé. Enfin, Tisserand a donné un critérium permettant de croire que les comètes 1860 (III), 1863 (I) et 1863 (VI) sont trois morceaux d'une même comète. Elles étaient très proches en effet, à la distance 500 (unité distance : Terre, Soleil) l'an 1.021. Puis ces noyaux se décomposent en fragments de plus en plus petits, qui s'éloignent les uns des autres pour s'étaler en paquets le long de l'orbite et former des chapelets de petits éléments qui finissent par figurer comme un collier autour du Soleil. Que la Terre vienne à rencontrer un tel chapelet et on observera une pluie d'étoiles filantes.

Étoiles Filantes. — Il y a beaucoup d'étoiles filantes : une dizaine en moyenne par heure et par observateur ; mais il y en a davantage après minuit qu'avant, venant de l'Est que de l'Ouest, en été et en automne qu'en hiver et au printemps. Ce sont les lois de Coulvier Gravier. Elles n'ont rien de mystérieux. Les mouvements de la Terre le veulent ainsi. Ces étoiles apparaissent vers 80 km. de hauteur moyenne ; et elles deviennent lumineuses dans l'atmosphère, constituée à ces altitudes, presque uniquement d'azote, par frottement ; car leurs vitesses relatives sont très grandes, comprises entre 12 et 72 km. ; leur vitesse réelle étant de 42 km. et la vitesse de la Terre de 30 km. Cette vitesse réelle de 42 km., appelée vitesse parabolique, implique d'ailleurs qu'elles se déplacent autour du Soleil, non de la Terre. Elles ont de 1 à 10 mm. de rayon seulement en général. Tout de même, comme il en tombe annuellement 10^{11} à 10^{12} cela fait pour le moins 2.000.000 de tonnes de matière céleste qui s'ajoutent à notre planète chaque année. C'est très peu de chose pour la Terre, seulement sa masse $\times 10^{-15}$ cela ne peut rien changer. Dans l'espace aussi c'est très peu de chose, pas plus de 1 gr. de matière en moyenne dans un cube de 100 km. de côté ; mais la Terre dans l'année balaie un immense espace et elle cueille tout ce qu'elle rencontre. Enfin dans les grandes pluies les météores viennent de points particuliers du ciel autour duquel ils rayonnent. Ces points qui donnent la direction de leur vitesse apparente s'appellent des radiants. Le catalogue de Denning — 120.000 observations — contient 278 radiants principaux. Et voici où les comètes interviennent de nouveau. Vers 1866, Schiaparelli, calculant l'orbite d'un bel essaim dont le radiant est dans Persée et qu'on appelle Perséides pour cette raison, remarqua que cette orbite était identique à l'orbite de la comète Tuttle 1862 (III). Il observa aussi peu après que l'essaim des Léonides avait la même orbite que la comète Tempel 1866 (I). Et depuis d'autres rapprochements ont eu lieu. Ainsi l'un des noyaux Biela, attendu en 1872, a été remplacé par une pluie d'étoiles filantes : les Andromédides. Ainsi encore la comète de Halley est apparentée aux Aquarides et aux Léonides, l'averse de juin 1916 à la comète Pons Winnecke. Et on s'explique du même coup que les grandes pluies d'étoiles aient lieu aux mêmes dates à peu près : Perséides, 10 août ; Léonides, 13 novembre ; la Terre rencontrant les orbites de ces corps, qui lui sont étrangers, aux mêmes points de sa propre orbite.

Les comètes à courte période sont donc destinées à s'agréger aux planètes, soit sous forme de bolides ou d'aérolithes, soit sous forme de poussières provenant de la désagrégation des étoiles filantes. On doit retrouver ces poussières ici-bas. C'est je crois à l'observatoire Vallot, installé à 4.400 mètres, sur le sommet du Mont-Blanc, qu'on a fait fondre de grandes quantités de neige très pure pour les recueillir au fond des cuves, car les flocons de neige en tombant les précipitent avec eux et on y a trouvé effectivement des échantillons de corps analogues aux 25 matériaux dont se composent les pierres tombées du ciel, matériaux tous connus sur la Terre d'ailleurs ; du fer et du nickel par exemple.

Tels sont les corps célestes, nébuleuses spirales à des millions d'années de lumière, ou poussières impalpables recueillies dans la neige des glaciers.

F. MARGUET,
Capitaine de frégate,
Professeur d'Astronomie et de Navigation
à l'Ecole Navale à Brest.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juillet 1926). — *Algèbre.* Généralisant un théorème de Lucas, M. *Miécislas Biernacki* calcule le nombre $\psi(n, n\text{-}1)$ tel que, si un cercle de rayon R contient n-1 zéros d'un polynome de degré n, le cercle concentrique de rayon ψR contienne au moins n-2 zéros de la dérivée du polynome. L'auteur étend aussi le théorème de Lucas aux fonctions rationnelles.

Analyse. 1. Parmi toutes les fonctions $\lambda(z)$ holomorphes dans un domaine borné D contenant o (simplement connexe), et telles que $\lambda(o) = o$, $\lambda'(o) = 1$, la fonction $f(x)$ qui fournit la représentation conforme de D sur $|Z| > \rho$ est celle pour laquelle le maximum de $|f|$ dans D est le plus petit possible. Guidé par cette idée, M. *Gaston Julia* montre comment on peut construire f comme limite d'une suite de polynomes, convergeant uniformément dans tout domaine intérieur à D. L'auteur étudie, en outre, les cas d'une frontière à point double, et d'une aire multiplement connexe.

2 et 6. M. *Luigi Fantappiè* envisage une fonctionnelle F qui est une fonction (ordinaire) de m fonctionnelles linéaires ; sa dérivée fonctionnelle deuxième satisfait à une équation aux dérivées partielles, de type wronskien, et réciproquement. Dans une autre Note, l'auteur recherche la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonctionnelle F soit exprimable par une fonction (ordinaire) d'une fonction $y(t)$ et de ses n premières dérivées, calculées par m valeurs données. La condition fait intervenir la dérivée fonctionnelle de F.

3. M. *René Lagrange* donne des fonctions de Legendre une représentation par intégrale définie qui généralise celles de Schläfli et de Laplace ; elle explique certaines identités classiques et conduit à exprimer les fonctions précédentes et certaines fonctions associées par des développements en séries dont les coefficients sont des fonctions hypergéométriques d'un paramètre arbitraire.

4. Poursuivant ses recherches sur l'intégration des équations aux dérivées partielles de la géométrie, M. *Jules Drach* montre que pour l'intégration et la réduction de $r + f(x, y, z, p, q, s, t) = o$ il y a intérêt à remplacer l'équation par un système à caractéristiques explicites formé par la substitution de $\frac{\partial x}{\partial \alpha}, \ldots, \frac{\partial t}{\partial \alpha}$ à $dx, \ldots, dt$ dans les équations différentielles des caractéristiques du 2e ordre (et du 1er système), la substitution de $\frac{\partial x}{\partial \beta}, \ldots,$ à $dx, \ldots,$ s'appliquant au 2e système. L'Auteur donne des applications de sa méthode.

5. Soit V_o un volume, frontière comprise, de l'espace $(z_1, \ldots, z_m)$ tout entier à distance finie, et renvoyé à son intérieur par une substitution $z_i^1 = \psi_i(z_1, \ldots, z_m)$ (où ψ_i est holomorphe dans V_o). Appliquant la méthode des suites normales, M. *Rolin-Wavre* montre que le volume ne possède qu'un seul point invariant par la substitution précédente.

Balistique. Après avoir transformé l'équation différentielle de la balistique extérieure, M. *Kyrille Popoff* développe son intégrale, suivant les puissances de $\sin^2\frac{\varphi}{2}$ ($\varphi = \frac{\pi}{2} + \alpha$, α angle de projection) et il applique au développement les méthodes de Poincaré et de M. Sundman.

Hydrodynamique. 1 et 2. Moyennant certaines conditions simples le mouvement d'un liquide soumis à des forces dérivant d'un potentiel est déterminé par la donnée initiale du tourbillon. Ce théorème, dont la démonstration a d'abord été esquissée par M. Lichtenstein, M. *N. Gunther* l'établit par la méthode des approximations successives. Dans le cas où le domaine occupé par le liquide est multiplement connexe, la donnée initiale du tourbillon ne détermine pas complètement le mouvement ; pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïté, il faut se donner, dans ce cas, la vitesse initiale.

Physique mathématique. Les publications de M. L. de Broglie et de M. Schrödinger suscitent diverses recherches.

1. Tout d'abord, se plaçant au point de vue de la relativité, MM. *Th. de Donder* et *Fr. H. van den Dungen* déduisent de la Gravifique einsteinienne une équation de Fredholm homogène qui n'admet de solution effective que pour une suite discrète de valeurs d'un certain paramètre.

2 et 4. M. *Léon Brillouin* montre ensuite que l'équation de Schrödinger (généralisant celle de Hamilton) peut être résolue par approximations successives, la première approximation fournissant la mécanique quantique. Plus généralement, on peut indiquer des catégories de problèmes conduisant à des équations qu'on sait résoudre par des produits de fonctions dépendant chacune d'une variable. La détermination de chaque fonction équivaut à la connaissance des niveaux d'énergie quantifiés du système; elle peut se faire par approximations successives.

5. Enfin, M. *Louis de Broglie* introduit dans le problème les équations de la relativité et recherche ce que devient la notion de trajectoire, notamment dans le cas de l'interaction de plusieurs charges.

4. M. *H. Mineur* étudie la forme des discontinuités du second ordre dans un univers d'Einstein. A l'aide des résultats de M. Cartan, de M. Hadamard et de M. Vessiot, il trouve que la discontinuité se propage suivant la vitesse de la lumière et avec transversalité.

Résistance des matériaux. S'appuyant notamment sur les propriétés des polygones funiculaires, M. *Farid Boulad Bey* étudie les poutres continues de forme quelconque dont on donne les déformations élastiques verticales ; il en détermine les foyers, les contre-verticales, l'équation de deux moments et les centres de correction.

Statistique mathématique. Si, comme habituellement en anthropologie, on adopte la loi de Gauss pour l'étude d'un certain caractère, il peut arriver que la loi de probabilité du coefficient de variation soit représentée par une courbe ayant tous ses moments relativement à Oy infinis ou indéterminés. Une telle circonstance conduit à adopter une loi de probabilité différente de celle de Gauss. M. *J. Neymann* indique une condition nécessaire et suffisante pour que la difficulté ne se présente pas.

René GARNIER.

Physique

L'interprétation des spectres. — Depuis une trentaine d'années, les théories mécaniques et électrodynamiques, admises auparavant ont été assez souvent mises en question. L'étude du rayonnement a suggéré qu'à l'instar de la matière, l'énergie n'est pas divisible à l'infini, mais qu'elle aussi se résout en unités élémentaires bien déterminées.

Les phénomènes de la radiation calorifique, dont il était impossible de justifier les circonstances sur les bases anciennes, ont posé tout d'abord le problème. C'est à leur sujet que Plank, en énonçant sa loi du rayonnement du corps noir, a introduit un élément de discontinuité nouveau et totalement étranger aux idées

Digitized by Google

alors en cours. Envisageant l'existence d'oscillateurs élémentaires il a montré que, statistiquement, pour des particules en oscillations harmoniques simples autour de positions d'équilibre, les seuls états qui importent sont ceux dont l'énergie est un multiple entier d'un quantum $h\nu$, ν étant la fréquence du mouvement, et h une constante universelle, dite quantum d'action égale à $6{,}55.10^{-27}$.

Puis l'analyse spectrale de la radiation est venue, à son tour, condamner les conceptions classiques, qui ne rendaient compte en aucune manière des spectres de lignes des éléments. C'est précisément dans ce domaine, au contraire, que la mécanique du discontinu devait remporter ses succès les plus brillants.

La question de l'origine des spectres se trouve très intimement liée à celle de la structure atomique, sur laquelle, à la fin du siècle dernier, on acquérait des données inattendues.

J.-J. Thomson parvint à démontrer que l'électron, charge ultime d'électricité négative, est un constituant universel de toute matière.

Puis, la découverte de la radioactivité mit aux mains des physiciens des moyens nouveaux et puissants pour l'investigation atomique. Dans le modèle de Rutherford, admis à présent, la masse se concentre presque entière dans un noyau positivement chargé, minuscule par l'ensemble, et entouré d'un certain nombre d'électrons. La loi newtonienne de l'inverse du carré de la distance, est valable dans le champ électrique central du noyau, jusqu'à proximité très étroite de la masse attirante. Plus près encore, où la loi de force nous échappe, les particules alpha, qui s'aventurent, subissent des déviations sous de grands angles, ainsi que le montre la méthode de C.T-R. Wilson, qui matérialise leur trajet et nous le rend perceptible.

Les édifices atomiques rappelleraient d'assez près les systèmes de la mécanique céleste. Cependant, dès l'abord un atome et un système planétaire présentent une différence fondamentale. La stabilité incontestable de l'atome lui impose des caractères absolument étrangers à la mécanique classique, car celle-ci prévoit une variation continue des mouvements possibles, incompatible avec les propriétés des éléments, surtout pour ce qui est de la radiation émise. Dans un modèle électrodynamique, la fréquence de la radiation durant l'émission devrait varier de façon continue, lorsque les fréquences naturelles du mouvement varient continuement avec l'énergie, ceci étant sans corrélation aucune avec les spectres de lignes des éléments.

En vertu de la théorie de Bohr, dans le modèle décrit ci-dessus, chaque électron extra-nucléaire décrit une orbite sous l'influence combinée du champ du noyau et de celui des autres électrons extra-nucléaires. En outre, parmi tous les mouvements concevables du système atomique, il existerait un certain nombre d'états d'une stabilité particulière, les états stationnaires, tels que toutes modifications permanentes de régime à l'intérieur du système provoquerait la transition complète d'un état à un autre.

Bohr énonce lui-même, de la façon suivante, les deux postulats sur lesquels il a basé son interprétation :

Premier postulat de Bohr.

Un système atomique possède un certain nombre d'états, les états stationnaires, auxquels correspond, en général, une suite discrète de valeurs d'énergie, et qui ont une stabilité particulière. Toute variation de l'énergie de l'atome est due au passage de l'atome d'un état stationnaire à un autre état stationnaire.

Deuxième postulat de Bohr.

La possibilité d'émission et d'absorption de radiation par l'atome est conditionnée par la possibilité de changements d'énergie de l'atome. La fréquence de la radiation et la différence des énergies respectives E_1 et E_2 des états initial et final, sont liées par la relation

$$h\nu = E_1 - E_2$$

h étant la constante de Planck.

A partir de ces postulats, on parvient à rendre compte d'un grand nombre des propriétés physiques et chimiques des éléments, en particulier en ce qui concerne les lois spectrales, trouvées préalablement de façon empirique.

En effet, selon le principe de la combinaison des raies spectrales déduit par Ritz des seules données expérimentales, la fréquence de chacune des raies s'exprime par la différence de deux des termes spectraux caractéristiques de l'élément. Or, en fait, il se trouve que ces termes, déterminés empiriquement, sont identifiables avec le quotient par h des valeurs d'énergie des états stationnaires de l'atome. En outre, ainsi que le fait observer Bohr, cette conception de l'origine des spectres interprète immédiatement la différence fondamentale qui existe entre les spectres d'absorption et les spectres d'émission. Conformément aux postulats, l'absorption sélective d'une fréquence correspondant à la combinaison de deux termes, exige que l'atome soit dans un état de moindre énergie : au contraire, pour l'émission d'une telle radiation, il faudra que l'atome se trouve dans un état de plus grande énergie.

Pour chaque élément, le problème revient à trouver des orbites électroniques correspondant aux niveaux d'énergie imposés par les termes des séries spectrales. Il est, nous l'avons dit, résolu dans le cas le plus simple, celui de l'hydrogène, dont l'atome comporte un noyau de charge 1 et un seul électron extranucléaire. Nous donnerons à ce sujet quelques indications sommaires.

La fréquence ν des raies spectrales de l'hydrogène est donnée par la formule empirique de Balmer

$$\nu = K\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

où n et n' sont des entiers et K la constante de Rydberg. Tous les termes spectraux sont de la forme $\frac{K}{n^2}$, et aux divers états stationnaires de l'atome d'hydrogène correspondent les énergies $\frac{Kh}{n^2}$, n prenant toutes les valeurs entières possibles. Les états stationnaires seront une suite d'orbites elliptiques, dont les grands axes respectifs auront des valeurs proportionnelles aux carrés des nombres entiers.

Pour l'hydrogène atomique, le passage de l'un à l'autre de ces états suffit à la prévision de toutes les raies spectrales. La théorie remporte donc là un succès complet. Avec son aide, on commence à interpréter le spectre de l'hélium, l'élément qui suit immédiatement l'hydrogène dans la classification périodique. Mais évidemment les calculs, déjà ardus dans le cas de l'hydrogène, où il s'agit d'un seul électron extranucléaire, se compliquent extraordinairement à mesure qu'on s'avance dans la suite périodique des éléments ; et l'on se fait sans peine une idée de leur complexité dans le cas de l'uranium, qui arrive dernier sur la liste, avec son nombreux cortège de 92 électrons.

S. Veil.

Digitized by Google

Chimie physique

Les rayons X et la structure des composés organiques. — 1. La découverte de la diffraction cristalline des rayons X a permis de constater expérimentalement que les particules constitutives d'un cristal sont réparties aux nœuds d'un système de réseaux à 3 dimensions et agissent comme si elles étaient disposées sur des plans bien déterminés formant des sortes de miroirs parallèles réfléchissant les rayons X. Grâce à cette nouvelle méthode d'investigation, on a pu déterminer l'arrangement interne des divers constituants du cristal ainsi que leurs dimensions. La méthode a été étendue à l'étude de la structure d'un grand nombre de composés organiques et a fourni d'intéressants renseignements sur l'orientation des molécules, la nature des chaînes carbonées, la structure des lames stratifiées et les phénomènes de tension superficielle qui s'y rattachent.

Ces travaux ont montré que de nombreux corps organiques à longue chaîne (acides gras, carbures, alcools, cétones, etc...,) fondus ou pressés sur du verre, s'orientent de façon à présenter aux rayons X une série de plans réticulaires à grande équidistance. La méthode du cristal tournant permet d'enregistrer photographiquement des spectres qui prouvent que ces distances croissent régulièrement avec le nombre des CH^2 de la chaîne et peuvent servir à caractériser ces substances.

M. J.-J. Trillat (*Thèses*, Paris, 1926) a repris ces travaux en s'attachant du point de vue physique, à déterminer les facteurs qui influent sur l'orientation et à étudier des spectres; du point de vue chimique, à caractériser de nouvelles séries de corps et à étudier la marche des réactions chimiques.

2. M. Trillat a étudié l'orientation qu'exerce le verre, les cristaux, les corps amorphes, les métaux, sur les acides gras saturés.

a) Dans le cas du verre, les facteurs qui ont la plus grande influence sur l'orientation sont :

1° l'humidité de la lame. Elle peut empêcher l'orientation de se faire par suite de l'interposition d'une couche d'eau entre le verre et l'acide gras;

2° la basicité ou l'acidité de la lame. La basicité favorise l'orientation, l'acidité la contrarie;

3° l'épaisseur de la couche d'acide. L'orientation étant localisée dans les premières assises ne se fait plus sentir après une certaine épaisseur, d'où une différence dans les spectres obtenus;

4° la vitesse de cristallisation. Trop rapide, elle empêche l'orientation des molécules qui sont alors figées et immobilisées au hasard en donnant une structure confuse.

b) Dans le cas des cristaux et des corps amorphes, on constate aussi des différences suivant la nature chimique du support.

c) Dans le cas des métaux, (Pb, Sn, Bi, Fe, Cu, etc...) on obtient souvent en plus du spectre de l'acide pur, un spectre caractérisant le sel formé au contact de la lame et qui s'est aussi orienté. La méthode permet d'avoir des renseignements sur la structure des savons, l'affinité d'un acide pour un métal; elle permet en outre l'étude des acides liquides à la température ordinaire (acétique, butyrique, etc...,) par la simple radiographie de la couche d'attaque formée.

L'interprétation physique des spectres d'acides gras et la considération des intensités des différents ordres font connaître la façon dont se groupent les molécules: en particulier, les acides gras formeraient des couches d'égale épaisseur entre lesquelles se trouvent deux molécules opposées; les carbures, les diacides, au contraire, ne comporteraient qu'une seule molécule entre deux couches consécutives.

3. *a*) Les acides gras saturés ont fourni des spectres très fins permettant des mesures précises. Les chiffres trouvés concordent avec ceux de Müller et Shearer, quoique légèrement supérieurs. M. Trillat a pu étendre les mesures jusqu'aux acides à poids moléculaire très élevés (C^{25}, C^{27}, C^{31}, C^{32}), et montrer que les acides pairs et impairs sont représentés par deux droites distinctes, ce qui concorde avec les différences physiques et chimiques existant entre les deux séries.

b) Les diacides ont fourni des spectres plus faibles, montrant également un accroissement de la distance réticulaire avec le nombre des CH^2. Des différences importantes, qu'on retrouve dans les propriétés chimiques, existent encore entre les acides à nombres pairs et impairs d'atomes de carbone. Il serait plus facile de fixer ou de retrancher deux CH^2 à une chaîne qu'un seul.

c) Les savons des acides gras donnent des spectres très intenses, caractérisant à la fois le métal et l'acide du savon. La variation de longueur de la chaîne en fonction du nombre des CH^2 est très régulière et a pu être vérifiée depuis l'acide acétique jusqu'à l'acide en C^{32}. M. Trillat a mesuré ainsi les plus grandes distances réticulaires qui aient jamais été observées, vérifié les formules de certains acides et établi la constitution de quelques autres : acide marganique, acide daturique, acide arachidique.

d) Les graisses et les cires s'orientent également sur les lames de verre et fournissent de bons spectres. L'étude de leurs distances réticulaires donne des renseignements sur leur structure et peut servir à leur reconnaissance qualitative. La méthode est donc susceptible de rendre de grands services pour l'analyse et l'identification de nombreux corps organiques.

4. Si l'on place une ou deux gouttes d'acide gras non saturé sur une lame de plomb, on constate que la couche formée s'épaissit et finit par devenir solide: c'est le phénomène de siccativation. En prenant des radiographies successives en fonction du temps, on obtient des séries de spectres différents correspondant aux différentes étapes de l'oxydation Ces spectres prouvent que les acides gras étudiés (oléique, linolénique, linolénique, comprenant 1, 2 et 3 doubles liaisons) fixent les molécules d'oxygène successivement sur chacune de leurs doubles liaisons. Cette fixation s'accompagne d'un allongement de la molécule qui est le même pour tous les acides examinés, ce qui prouve que c'est toujours la même quantité d'oxygène qui se fixe sur chaque double liaison. A mesure que l'oxydation se poursuit, la molécule devient de plus en plus longue et, par suite, de plus en plus instable; il arrive un moment où l'édifice se brise et se polymérise. Les spectrographies permettent de suivre et de montrer sur des clichés ces différentes transformations et de fournir ainsi une explication du phénomène du durcissement des peintures.

Cette méthode constitue le premier exemple de réactions étudiées directement par la spectrographie des rayons X. A. Bc.

Economie politique

Le développement économique de la Nouvelle-Zélande. — La Nouvelle-Zélande diffère essentiellement de l'Australie. Elle a une surface, en y comprenant les îles, de 270.000 km² avec une population, en 1921, de

Digitized by Google

1.218.913 habitants contre 40.767.530 en Angleterre. Les ingénieurs ont un intérêt spécial à savoir comment les produits fabriqués entrent dans le développement de ce riche et magnifique pays. Pour que les fabrications industrielles réussissent dans ces régions, il faut avant tout de l'énergie à bon marché. Le charbon et le pétrole qui étaient les seules sources d'énergie autrefois ne sont pas du tout économiques aujourd'hui. Le gouvernement élimine aujourd'hui cette difficulté en développant les installations hydro-électriques pour lesquelles la Nouvelle-Zélande est un pays idéal au point de vue géographique. C'est le développement de la puissance hydraulique employée pour produire l'énergie électrique qui est appelé à résoudre le problème de l'énergie à bon compte et, ces dernières années, il a fait des progrès notables. A la fin de 1924, la puissance hydraulique employée s'élevait à environ 59.000 CV. et le besoin qui se fait tous les jours sentir fait espérer les plus grands progrès ces prochaines années. La politique du gouvernement est de fournir la puissance en masse, abandonnant la répartition aux autorités locales. En 1924, on a produit dans les stations hydrauliques 152.302.799 kwh. Le prix du courant vendu fut en moyenne de 1,33 p. et le gouvernement réalise 14.704 l. de bénéfices. Dans certaines régions de la Nouvelle-Zélande les pluies ne sont pas régulièrement réparties et la pluie qui souvent tombe en ouragans terribles ne sature pas le sol à une profondeur suffisante. Le gouvernement n'a non plus perdu de vue la question de l'irrigation. Cette question a été soigneusement résolue dans l'île méridionale, dans la région d'Otago, aussi la valeur de la terre s'est-elle trouvée augmentée d'une façon remarquable. Il faut se rappeler que la Nouvelle-Zélande est un pays riche et encore peu développé, prêt à donner de l'occupation à un nombre considérable d'ouvriers et à procurer une augmentation importante à la richesse nationale. (*Engineering.*)

E. P.

Statistique

Les vélocipèdes en France depuis 1893. — Le nombre des bicyclettes et celui des motocyclettes a nettement augmenté en France, chacun l'a constaté, mais il est intéressant de suivre sur les statistiques le succès de ces engins.

En portant sur un graphique les nombres de places de vélocipèdes et les nombres de places de motocycles imposés depuis 1893 et 1899 respectivement, jusqu'à 1924 on obtient les curieuses courbes ci-contre.

L'accroissement des vélocipèdes, donnait avant guerre une courbe montante, régulière, presque une droite inclinée à 50-55°. Après la guerre une droite inclinée à plus de 80°. C'est un accroissement vertigineux. Il est curieux de constater que pour les motocycles, un accroissement irrégulier et discontinu d'avant-guerre a fait place à un accroissement inouï comparable à celui des bicyclettes.

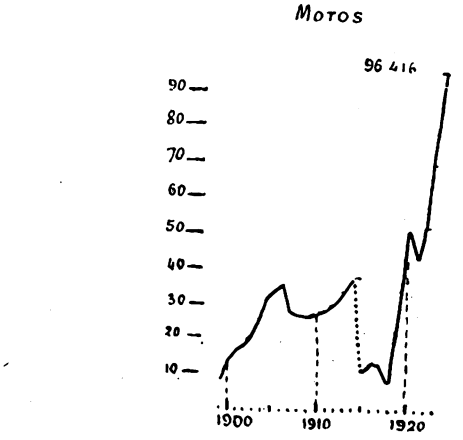


Fig. 298.

Nous n'avons pas traduit sur une courbe la statistique du produit de l'impôt sur ces véhicules.

De 941.336 fr. en 1893 l'impôt sur l'ensemble de ces véhicules atteignait 10.855.611 fr. en 1913 et 35.466.336 francs en 1924, en augmentation de près de cinq millions sur 1923.

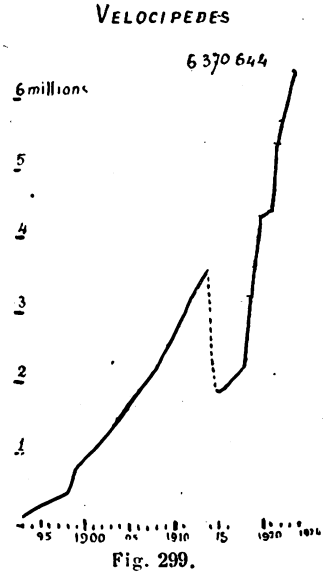


Fig. 299.

Le département de la Seine compte près de 440.000 bicyclettes et de 11.000 motos. Celui de la Lozère, ne compte que 6.744 bicyclettes et 100 motos.

L'Économiste français du 12 septembre 1925 donne les détails de leur répartition. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Électricité

Les Progrès de l'Électrotechnique en Amérique. — M. John Liston, dans une longue étude publiée par la *General Electric Review*, signale les progrès réalisés en 1925 par l'industrie électrique américaine. Çà et là on y trouve un hommage au génie inventif et créateur français, mais on y voit surtout un tableau impressionnant de l'importance de la production américaine. Sans entrer dans les détails, nous nous proposons de signaler les machines nouvelles les plus ingénieuses ou les plus puissantes.

Si l'on examine d'abord les turbines à vapeur des

Digitized by Google

usines d'énergie électrique, on peut enregistrer une augmentation des puissances, des pressions et des surchauffes de la vapeur. Certaines installations fonctionnent sous 38,5 kg. : cm² à 385° C.

Des essais ont permis de vérifier l'économie qui résulte du réchauffage de la vapeur entre la partie haute pression et la partie basse pression des turbines.

Il existe des machines tandem-compound de 50.000 kW et de 62.500 kW-A mais, plus intéressante peut-être, une turbine de 3.000 kW seulement, tournant à la vitesse de 60 tours par seconde, dans les usines de la Cie Edison de Boston, comporte 20 étages afin de fonctionner sous des pressions variables de 70 à 85 kg. ; cm².

Les manchons d'arbres et les aubages soumis à de hautes températures sont faits d'acier spécial, particulièrement d'acier Stainless.

D'autre part, la turbine et la chaudière Emnet à vapeur de mercure paraît tout à fait intéressante.

Voici, à titre d'exemple, une idée de la nouvelle installation que l'on construit actuellement pour la Hartford Cie et qui comprendra une turbine à vapeur à trois étages d'une puissance de 800 kw. et une chaudière à tubes pour 5 atmosphères. La chaudière est formée de 6 sections et les tubes de 75 mm. de diamètre intérieur ont une longueur de 1,5 m. En plus de la force motrice ci-dessus indiquée, on produira, avec la chaleur restant dans la vapeur de mercure, de la vapeur d'eau correspondant à une puissance notable. On espère ainsi produire le kilowatt-heure à très bon compte.

L'installation de turbines à vapeur de mercure au lieu de groupes à vapeur d'eau se justifierait, d'ores et déjà, lors de l'agrandissement d'installations existantes, simplement par l'économie de terrains et de bâtiments; en outre, on aurait, en utilisant seulement un quart de combustible en plus, une puissance double.

La suralimentation des moteurs d'avions, réalisée par M. Rateau en France, a été appliquée aux automobiles de courses. La General Electric Co adapte sur les voitures américaines un surpresseur entraîné, non par turbine mais par engrenages, et qui a pour effet de substituer, à la dépression de sept centièmes de kg : cm² qui règne dans la nourrice d'alimentation du moteur, une surpression de sept dixièmes de kg. : cm², cela sans complication mécanique appréciable et avec un faible encombrement en raison de la grande vitesse des aubages (30.000 t. : mn).

— L'emploi des turbo-alternateurs dans les navires a fait des progrès considérables aux États-Unis : nous ne citerons que les navires porte-avions *Lexington* et *Saratoga*, ce dernier dont la machinerie développe 180.000 ch. comporte 4 turbo-alternateurs alimentant 8 moteurs de propulsion.

On commence aussi à apprécier les avantages que procure l'association des moteurs Diesel à la transmission électrique, particulièrement dans les bateaux dragueurs.

— Dans les mines où se répand le halage électrique, on adopte maintenant les locomotives à batterie d'accumulateurs.

On utilise aussi des pelles électriques pour l'excavation et le changement des wagonnets; la durée de chargement d'un train suffit pour que la batterie d'accumulateurs de la locomotive reçoive, du groupe moteur asynchrone-continu installé dans sa cabine, une recharge suffisante pour remonter les wagonnets pleins. Le matériel électrique ainsi réalisé est assez compact pour trouver place sur une voie de 76 cm.

— Quant à l'électrification des lignes de chemins de fer, elle se poursuit par différents moyens, mais surtout à l'aide de courant continu.

On va employer, aux abords de Chicago, des *redresseurs à vapeur de mercure* dans les sous-stations.

L'Illinois Central Co installe pour le sectionnement et la commande des tronçons des lignes, 100 disjoncteurs à grande vitesse, la plupart à refermeture automatique.

Pour s'assurer les avantages du courant continu, le New-York, New-Haven and Hartford Railroad, n'hésite pas à transformer, sur ses locomotives mêmes, le courant alternatif simple à 11.000 V. en courant continu alimentant des moteurs série à engrenages.

— A côté de ces locomotives électriques, les chemins de fer américains adoptent les équipements *pétroléo-électriques* (moteurs Diesel, semi-Diesel ou à explosion); le train-mile pétroléo-électrique reviendrait à 0,4 alors que le train-mile à vapeur revient à 1 ou même 1,75. L'équipement-type pèse 35 tonnes et comporte un moteur à explosion de 175 ch., il réalise des vitesses commerciales de 25 à 35 miles à l'heure et des vitesses maximum de 50 à 60.

— Les équipements électriques à l'aide de moteurs Diesel sont également montés sur voitures. Le New-York Central Railroad utilise un équipement dont le poids total est de 88 tonnes (moteur Mc. Intosh and Seymour de 200 ch. commandé par unités multiples) et qui est destiné aux voitures pour 50 voyageurs.

— Dans les tramways, on voit peu de nouveautés, sauf pour la résolution de certains problèmes.

C'est ainsi que les entreprises de transport utilisent des autobus pour compléter leurs tramways. La Philadelphia Rural Transit Co a mis en service 200 autobus.

La Grand Rapids R. G. a établi des voitures silencieuses (*noiseless car*) : les Américains ont fini par s'apercevoir que leurs voitures si bruyantes n'étaient pas très agréables.

— Tous les réseaux de tramways suburbains recherchent, dans la réduction du poids, la possibilité d'atteindre des vitesses élevées. On prend par exemple 4 moteurs légers de 25 à 35 ch. pour entraîner des voitures d'un poids total de 15 à 25 tonnes.

Le record en puissance hydro-électrique appartient toujours aux turbines de Niagara de 65.000 kw-A.

Le record de l'année 1925 appartient à la *turbine verticale*, commandée par la Alabama Power Co pour sa station de Cherokee Bluff, dont la puissance est de 37.500 kw-A, la tension de 12.000 V, la fréquence de 60 par : sec. et la vitesse angulaire de 120 t. : mn.

En ce qui concerne les *turbines horizontales*, le record de puissance vient d'être battu par la Sao Paulo Light and Power Co, celle-ci ayant commandé pour le Brésil, 2 groupes turbo-alternateurs de 33.000 kV-A, 11.000 V, 60 p/sec., 360 t. : mn.

— On n'a pas construit de transformateurs plus puissants que ceux de 1914 (qui étaient de 20.000 kV-A) mais on a perfectionné les moyens de réglage du rapport de transformation des appareils en charge.

Un des moyens consiste : à dédoubler l'enroulement du transformateur sur lequel sont faites les prises de courant, à mettre en parallèle les deux moitiés obtenues et à passer d'un enroulement à l'autre pour faire des additions ou suppressions de spires sans couper le circuit; on le peut puisque le circuit est double et que, lorsqu'on désire ajouter une spire à l'enroulement commandé, on l'ajoute d'abord sur une des branches en parallèle, préparant ainsi un circuit qui permet, sans coupure, de faire ensuite la même modification sur l'autre branche.

— Nous ne pouvons nous arrêter sur les nombreuses applications des moteurs électriques spéciaux.

Digitized by Google

Il était intéressant de combiner un moteur qui puisse fonctionner sans danger dans les mines grisouteuses. Le *Bureau of Mines* des États-Unis vient d'approuver un moteur de 5 ch. tournant à 900 t. : mn.; il s'agit d'un moteur blindé commandé par un simple contracteur enfermé dans une enveloppe étanche et sur lequel agit un poussoir extérieur. Un relais thermique de surcharge intervient automatiquement pour ouvrir le circuit et arrêter par conséquent le moteur.

Le moteur s'arrête aussi lorsque la tension manque sur la ligne mais il se remet en marche dès que le réseau débite de nouveau. Une commande magnétique sensible, avec constante de temps déterminée, tend à se répandre afin d'établir des intervalles convenables entre l'instant de la fermeture d'un appareil de commande et l'exécution de la mise en marche. Par ce moyen, on peut régler les intervalles qui doivent séparer la fermeture des contacteurs successifs d'accélération du moteur, contacteurs dont les relais de commande sont réunis sur un tableau. Le retard du déclanchement de ces relais résulte de la self-inductance d'une bobine mise en court-circuit.

Dans la commande des machines d'imprimerie, on substitue (comme dans les ascenseurs) au moteur de levage puissant, un moteur de petite puissance, au moment des arrêts, afin d'assurer avec une précision convenable, le repérage exact des positions d'arrêt. On emploie aussi un équipement comprenant un gros moteur entraînant les cylindres des machines et un petit moteur avançant le papier sous les cylindres à très petite vitesse.

Signalons aussi l'équipement complètement électrique de la petite station de dirigeables de Ford Airport qui comporte un pylône de 210 pieds avec un axe vertical de rotation portant un carénage qui permet au navire aérien de se poser tout près du pylône, face au vent, pour éviter tout accident.

— Les installations de *laminoirs* sont nombreuses et variées. La G. E. C° a installé 133.000 ch. pour la commande de trains de laminoirs en 1925, et notamment, un moteur à courant continu de 7.000 ch. à l'usine Sparrows Point de la Bethlehem Stell C°.

— Les progrès des *fours électriques à haute fréquence* proviennent surtout de la réduction considérable de la fréquence nécessaire à leur fonctionnement : 450 à 500 p. : sec. au lieu de 12.000.

C'est ainsi que l'on a construit un four de fusion de 100 kw d'une capacité de 600 livres de cuivre, de laiton, d'alliage nickel-argent, etc., 2 fours de 600 kw., etc.

Plus récemment, des équipements à deux tensions (90 v. et 100 v.) ont été mis en service. La tension la plus élevée provoque plus rapidement la fusion, mais la tension réduite est préférable pour l'affinage des métaux et des alliages traités.

On est même allé jusqu'à l'emploi de 3 tensions : la plus élevée servant à amollir le contenu du four, vieux métaux constituant une charge peu conductrice; la tension intermédiaire complète la fusion, la tension finale 90 v assurant l'affinage et le parachèvement du traitement.

La puissance utile des fours de 6 T. a été élevée, en même temps, de 1.500 à 2.550 KV-A.

— La soudure à l'arc électrique a été très développée et l'on peut s'attendre à de nouveaux progrès à la suite des études en cours dans les laboratoires de recherches et dans ceux des grandes sociétés.

— Le chauffage électrique poursuit son avance.

Dans l'élément Abbott, un conducteur en fil nichrome est disposé suivant l'axe d'un tube Mannesmann et, entre le fil et l'enveloppe, on introduit un aimant qui supporte le laminage et l'étirage ultérieurs.

On fabrique également des éléments chauffants à enveloppe moulée qui servent à chauffer des bains d'étain, de plomb, de soudure de babbitt (métal blanc). Ces éléments que l'on immerge dans les bains sont d'une grande robustesse.

— La glace joue un rôle de plus en plus important dans l'alimentation des États-Unis et l'on ne doit pas être surpris d'apprendre qu'il existe une remarquable petite machine de réfrigération construite d'ailleurs sur le cycle de Carré.

— Quant aux installations d'usines, aux stations automatiques et sous-sations extérieures, nous ne pouvons les résumer car elles méritent une étude spéciale.

Edmond MARCOTTE.

Chimie

Adsorbants solides proposés pour la récupération du benzol. — Les adsorbants solides auxquels on a prêté le plus d'attention, sont le carbone actif et le gel de silice. On a aussi suggéré le gel d'oxyde de fer. Les avantages que donnerait la récupération du benzol avec ces absorbants seraient les suivants : d'abord on pourrait récupérer complètement le benzol des gaz et ensuite, il serait facile d'enlever le benzol retenu par ces adsorbants et probablement que les frais seraient minimes; en outre ces adsorbants auraient une longue durée.

A part cette question de durée des adsorbants, ils présentent quelques différences dans leurs propriétés. Ainsi on prétend que le carbone actif aurait une plus grande capacité d'adsorption que le gel de silice et le gel d'oxyde de fer pour les faibles concentrations de vapeur, il adsorberait aussi les vapeurs organiques de préférence à la vapeur d'eau. Les avis diffèrent énormément sur l'importance de ces propriétés au point de vue de la récupération du benzol.

Après un examen minutieux de ces adsorbants au laboratoire, dans des conditions aussi analogues que possible à celles rencontrées en pratique dans la récupération du benzol, l'auteur estime que le point le plus important donné par les résultats c'est que le gel de silice adsorbe de préférence la vapeur d'eau contenue dans les gaz, tandis que le charbon actif absorbe de préférence le benzol; le gel de silice présente cependant encore une capacité d'adsorption suffisamment élevée pour le benzol. Ainsi bien que la quantité de benzol adsorbé, exprimée en poids de l'adsorbant ne soit pour la silice que la moitié environ de la quantité adsorbée par le carbone actif, les quantités adsorbées par ces deux adsorbants exprimées en volumes occupés par les absorbants sont pratiquement égales.

L'auteur conclut que bien qu'au point de vue de l'absorption par les absorbants secs, le choix n'ait aucune importance dans les conditions de la récupération du benzol, ce choix a une grande importance si l'on tient compte de l'enlèvement du benzol avec le charbon actif, on peut employer la vapeur pour enlever le benzol tandis qu'avec le gel de silice le meilleur moyen de l'enlever c'est d'employer la vapeur sèche. Le gel d'oxyde de fer a une capacité d'adsorption plus faible que le gel de carbone ou de silice dans les conditions habituelles de la récupération du benzol, il a aussi une préférence d'adsorption pour la vapeur d'eau et présente l'inconvénient de ne pouvoir être chauffé au delà de 250° C sans que ses propriétés d'adsorption ne

Digitized by Google

disparaissent. Les difficultés que l'on trouve en pratique dans l'emploi de ces adsorbants à la récupération du benzol proviennent surtout des impuretés contenues dans les gaz, telles que les hydrocarbures à point d'ébullition élevé et les combinaisons non saturées qui polymérisent au contact des adsorbants pour donner des substances résineuses. Cependant l'emploi des adsorbants pour la récupération du benzol offre de nombreux avantages sur le procédé par lavage à l'huile. (*Engineering*, 17-7-25.) E. P.

Chimie industrielle

L'industrie de l'hélium aux États-Unis. — L'hélium, décelé primitivement au spectroscope dans le soleil par Jansen en 1868, retrouvé en 1895 sur notre planète par Ramsay, et considéré longtemps ensuite comme une curiosité de laboratoire, est produit industriellement, depuis une dizaine d'années, à partir des gaz naturels de l'Amérique du Nord. Pour donner une idée des progrès accomplis, nous dirons que le pied cube d'hélium, évalué primitivement à 1.500 dollars, est tombé à 2 ½ cents.

La production de l'hélium sur une grande échelle date de la guerre. L'hydrogène faisait courir aux dirigeables de trop nombreux risques d'incendie, et on songea à lui substituer ce gaz inerte, qui le suit immédiatement dans la classification périodique des éléments et n'est que deux fois plus dense. Le Prof. Mac Lennan, de l'Université de Toronto, prit l'initiative de la première installation pour le traitement des gaz naturels du Canada. Puis à leur tour, les États-Unis entrés en guerre s'intéressèrent à la question, d'autant qu'ils disposaient sur leur territoire, en particulier dans le Texas, d'émanations naturelles environ trois fois plus riches en hélium que celles du Canada. Les opérations furent activement poussées. A l'armistice, 200.000 pieds cubes d'hélium attendaient leur embarquement pour la France.

L'exploitation avait été trop tardive pour aider aux opérations militaires. Mais après la paix, les États-Unis décidèrent de poursuivre l'entreprise. Une installation importante, conçue à Fort Worth, non loin de la source naturelle des gaz de Petrolia, fut confiée à la Compagnie Linde qui fournit en même temps le personnel technique, tandis que les autres fonctions étaient assurées par la marine américaine. Un officier demeuré quatre années en charge dans ce service, Z.-W. Wicks, a donné récemment des précisions sur les résultats obtenus au cours de cette période (1).

L'hélium est amené sous pression, dans des tuyaux reliant Petrolia à Fort Worth. Le gisement de Petrolia trahissant d'ailleurs des indices d'épuisement, le Congrès a envisagé l'exploitation prochaine de celui de Nacoma, qui n'exigerait qu'une longueur de tuyaux d'une soixantaine de kilomètres.

En principe, la préparation de l'hélium consiste à refroidir suffisamment les gaz naturels pour que, de tous les constituants, l'hélium reste seul gazeux. Parmi les autres gaz, on trouve principalement des hydrocarbures et de l'azote. L'acide carbonique existe également comme impureté et à cause de sa solidification à température relativement élevée, sa présence avait l'inconvénient d'obstruer rapidement tuyaux et appareils dans les premiers dispositifs. On a paré à cette difficulté en soumettant les gaz à l'action de la soude caustique, dès avant la liquéfaction. Un contact efficace est obtenu au moyen d'une pompe qui peut traiter quotidiennement douze millions de pieds cubes, en réduisant la proportion d'acide carbonique de 0,15 % à 0,002 %.

Le transport maritime de l'hélium s'effectue dans des réservoirs en acier de grandes dimensions, spécialement conditionnés pour cet usage.

Les opérations industrielles, commencées à Fort Worth en avril 1921, ont été interrompues en novembre suivant, pour raison financière. On avait extrait en mai 100.000 pieds cubes d'hélium revenant à 505 dollars le mille. En novembre, la production avait été portée à 476.000 pieds cubes ne revenant qu'à 169 dollars le mille.

Après le vote par le Congrès des fonds nécessaires, le travail fut repris en octobre 1922 avec une production toujours croissante et un prix de revient toujours abaissé. C'est en janvier 1924 qu'on a enregistré le plus grand volume de gaz naturel traité, soit approximativement 152.000.000 de pieds cubes produisant 1.000.000 de pieds cubes d'hélium revenant à 165 dollars le mille. Le dirigeable « Shenandoah », à son premier vol, en septembre 1923, avait exigé pour son gonflement la production entière de Fort Worth, d'avril en septembre. Tout son hélium a naturellement été dissipé lors de sa fin tragique, en septembre dernier. Cet hélium servait en même temps pour un autre dirigeable : le « Los Angeles », qui n'a pas volé depuis juin 1925.

Actuellement le coût de l'hélium atteint largement trois fois celui de l'hydrogène, qui est de 2 à 5 dollars par 1.000 pieds cubes. L'inconvénient de l'hélium est que son extraction doit être faite à proximité de la source naturelle, tandis que l'hydrogène se prépare à une base aéronautique quelconque. Mais l'hélium a l'avantage d'être facilement récupéré par liquéfaction. Dans l'installation de purification, montée à Lakehurst, on a traité de grandes quantités d'hélium, récupérables dans la proportion de 80 % à raison de 2 dollars les 1.000 pieds cubes.

Selon Z.-W. Wicks on peut estimer, dans les conditions présentes de travail, le transit de l'hélium et sa manipulation plus onéreux que sa production même.

S. V.

(1) *Journal of the American Society of naval Engineers*, novembre 1925.

Mécanique

Engrenages meulés. — Les deux caractéristiques des engrenages meulés sont : 1° une exactitude parfaite et 2° la possibilité de fabriquer des engrenages à dents droites avec tous les métaux. On peut spécifier n'importe quel acier et n'importe quel traitement thermique, même avec l'acier le plus dur, on arrive à obtenir une exactitude dans le fini des dents qu'on ne peut avoir dans les engrenages taillés. On a constaté dans la fabrication des automobiles que pour obtenir une marche silencieuse, les écarts dans la dimension des dents des engrenages dans la position de ces dents et leur forme ne devaient pas dépasser 0,0075 mm. ; on pensait que le problème de tenir les écarts de 250 dents (le nombre habituel dans les boîtes à engrenages) régulièrement dans ces limites était une opération mécanique unique dans l'industrie. Beaucoup d'engrenages dans les boîtes des automobiles supportent une pression de plus de 54 kgs par mm². Par contre de nombreux engrenages de chemins de fer électriques n'ont à supporter qu'une pression de 22 kgs par mm² de dents. Théoriquement on pourrait réduire de moitié la largeur de ces derniers en employant un acier bien choisi et en finissant soigneusement les dents, en les meulant et les trempant. (*Iron and Coal Trades Review*, 27-11-25.) E. P.

Digitized by Google

Mines

Les exportations de minerai de fer. — Durant cette année 1925, la société de Grängesberg aura exporté de 7 à 8 millions de tonnes de minerai de fer contenant de 60 à 70 % de fer. Ce tonnage représenterait donc 5 millions de tonnes de fer. Cela veut dire que la Société de Grängesberg fournit environ la moitié du fer vendu sur les différents marchés sous la forme de minerai. Ensuite viennent les minettes lorraines. Pendant les six premiers mois de 1925 ces exportations se sont élevées à 5 millions de tonnes renfermant en moyenne 30 % de fer. Les exportations annuelles de la France contiennent 3 millions de tonnes de fer. Les autres fournisseurs de minerai sur le marché étranger sont insignifiants. De Wabana à Terre-Neuve, on exporte environ un million de tonnes de minerai contenant 54 % de fer. Les exportations de l'Espagne qui autrefois étaient très importantes sont actuellement réduites dans de fortes proportions. En Algérie, la production mensuelle destinée à être exportée est actuellement d'environ 150.000 tonnes contenant environ 53 % de fer. Les livraisons totales de l'Afrique du Nord équivaudraient à environ 1.500.000 tonnes de fer par an. En comprenant les petits pays exportateurs, le total des minerais offerts sur le marché international équivaudrait actuellement à environ 11 millions de tonnes de fer. (*Iron and Coal Trades Review*, 23-10-25.) E. P.

Agronomie coloniale

Le « luc binh » d'Indochine et son utilisation en papeterie. — Cette plante, envahissante des cours d'eau en Indochine, est l'*Eichhornia speciosa*, Kunth = *E. Crassipes*, Solms, de la famille des Pontédériacées, Water Hyacinth ou Jacinthe d'eau. Elle s'est développée depuis le milieu du siècle dernier au point de gêner la navigation.

M. Chalot rappelle (*Bulletin de l'Institut National d'Agronomie Coloniale*, déc. 1925) que des essais de préparation de fils grossiers et de tissage de cette plante ont été faits avant la guerre. De tous les essais entrepris depuis il résulte que la solidité trop faible ne permet pas d'envisager la fabrication de ficelles ni de sacs en luc-binh.

On avait songé naturellement à faire du papier avec cette plante, et bien que les premières données aient fait prévoir qu'elle ne convenait guère à la papeterie, il fallait pour se prononcer en connaissance de cause des études complètes faites dans les conditions mêmes de l'industrie papetière.

Ces études sont maintenant terminées. Elles ont été exécutées par MM. Vidal et Aribert à l'Ecole française de Papeterie, à Grenoble. Les résultats détaillés sont publiés dans *l'Agronomie Coloniale* (décembre 1925).

Ces auteurs ont trouvé dans le Luc-binh 32 % de cellulose par la méthode Cross et Bevan (chloruration) calculée sur le poids de matière sèche.

Dans les essais industriels ils ont opéré sur deux tonnes de matière première et employé divers procédés de traitement.

Un premier essai fut fait par cuisson dans les conditions suivantes :

Soude caustique	8 %,
Concentration	11° Baumé,
Pression	4 kilogr.
Durée	3 heures,

Le lavage est difficile à cause des gommes. La pâte obtenue est très foncée, noirâtre; le rendement est 27 %. La pâte obtenue a servi à faire un papier par mélange avec de la pâte de sapin.

Un autre essai avec 10 % de soude, et une concentration de 13°,5 B. à 4 kilogr. pendant 4 heures. Dans ce deuxième essai le lavage a été très difficile également et les essais de blanchiment ont été infructueux.

Un papier de 65 gr. au m² a été préparé à l'aide de la pâte obtenue, non blanchie, avec 3 % de kaolin et 3 % de colle de résine. La charge de rupture a été 5,3 kilogs en moyenne. La longueur de rupture 5546 m. en moyenne; l'allongement 2,9 %; la résistance au froissement 245 double plis; la résistance à la déchirure 7 gr., la résistance à la perforation 2 k. 300.

Un essai de traitement à la chaux a donné une pâte dont le blanchiment n'était pas plus facile mais le lavage était grandement amélioré et le rendement atteignait 35 %.

Enfin un essai avec 13 % de soude, à la concentration de 16° B à 4 kg. pendant 4 heures, a donné une pâte qui put être blanchie, très imparfaitement il est vrai et avec une dose très élevée de chlorure de chaux. Le papier obtenu, avec 20 % de talc, de 85 gr, au m², a donné les résultats suivants aux essais de résistance :

Rupture : 4 kg. en moyenne; et 3054 m.; allongement : 1, 8 %; froissement : 7 double plis; déchirure : 6,5 gr.; perforation 1 k. 600.

D'autre part, la micrographie de la plante montre qu'elle ne contient guère que des cellules à parois minces et délicates, les fibres elles-mêmes ont des parois peu épaisses. La texture microscopique de la plante laisse pressentir les défauts de la pâte à papier. Les auteurs donnent une description détaillée de la structure microscopique de la pâte ainsi que ses caractères chimiques.

La conclusion n'est pas encourageante. Peut-être pourrait-on envisager la fabrication de papier d'emballage passable par lessivage à la chaux, malheureusement le rendement serait 35 % alors que la paille donne 60 à 75 %. Le lessivage à la soude ne donne pas de bons résultats.

Enfin le blanchiment est pratiquement impossible.

MM. Vidal et Aribert, par leur étude très documentée et faite jusqu'à l'utilisation industrielle bien conduite, ont mis au point pour longtemps la question de l'utilisation du Luc binh en papeterie. Ce grand travail effectué sous les auspices de l'Institut National d'Agronomie Coloniale permettra dorénavant de répondre en connaissance de cause aux propositions périodiques inlassables relatives au Luc-Binh comme matière à papier, au sujet duquel les techniciens n'avaient jamais eu d'illusions.

Au sujet du Luc-Binh on peut signaler l'emploi de cette plante, après cuisson, pour alimenter des porcs. Une analyse de la plante donne la composition suivante (Laboratoire de Saïgon, *Bull. économ. de l'Indochine* 1910, n° 86, p. 825) :

Cellulose brute 21 à 25 % de la matière sèche.

Azote 2,25 % dans les feuilles.

Les tiges et feuilles réunies dosent : azote 1,28 %; acide phosphorique 0,31; potasse 4,66; chaux 3,16; magnésie 0, 59. L. R.

Digitized by Google

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 août 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Jacques Chokhatte* (prés. par M. Appell). — **Sur quelques applications des polynomes de Tchebycheff à plusieurs variables.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Louis de Broglie* (transm. par M. M. de Broglie). — **Sur la possibilité de relier les phénomènes d'interférence et de diffraction à la théorie des quanta de lumières.**

ASTRONOMIE. — *Bigourdan.* — **Sur un moyen de vérifier la constance actuelle du jour sidéral.**

Soit un triangle idéal SOA, rectangle en A, placé dans un plan vertical voisin du méridien du point S, ayant son côté SA vertical, le point S en haut, et le point O au nord de S quand on se trouve dans l'hémisphère boréal. Au point S on plante dans le sol une série de tiges métalliques rondes formant une sorte de grille plane, un réticule éloigné R, dont le plan soit perpendiculaire à celui du triangle SAO ; les tiges, vues de O dans une lunette devront paraître comme un fil fin de micromètre. Un observateur placé en O (supposé muni d'une horloge de valeur ordinaire et d'un appareil de T. S. F. permettant de repérer les signaux horaires sur cette horloge) pourra observer à cette horloge les passages successifs d'une étoile équatoriale au réticule R et déterminer les intervalles t_1 t_2 t_3 voisins de 24 h. sidérales qui séparent les retours successifs de cette étoile, vue de O, à ce réticule R. — *N. Stoyko* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur la précision de l'heure des signaux rythmés du Bureau international de l'Heure.**

Les résultats des recherches effectuées par l'auteur sont exposés dans des tableaux.

ÉLECTRICITÉ. — *J. Cayrel* (prés. par M. G. Ferrié). — **La double détection chez la galène et la chalcosine. Généralité du phénomène.**

L'auteur a été conduit aux conclusions suivantes : 1° Un contact métal-semi-conducteur présente généralement deux détections de sens inverses. La phase β correspond aux faibles densités de courant, la phase α aux fortes densités. Les deux phases sont séparées par un point d'inversion pour lequel le courant rectifié s'annule ;

2° Suivant la nature du semi-conducteur l'une ou l'autre phase tend à être prépondérante. Chez les semi-conducteurs du type galène « insensible » c'est la phase β, chez ceux du type chalcosine, c'est la phase α ;

3° La nature du métal exerce une double influence : *a.* Elle agit sur la valeur de la densité du courant d'inversion. Cette influence est relativement indépendante du semi-conducteur considéré. C'est ainsi que Au, Pt, Ni *retardent* l'inversion tandis que Al, Zn, Mg, Ca l'*avancent*. *b.* Elle agit sur l'intensité de la détection ; cette seconde influence dépend du semi-conducteur associé. On peut prévoir cependant qu'un métal donnant une détection intense avec un semi-conducteur du type α donnera une détection médiocre avec un semi-conducteur du type β (et vice-versa) sauf si la détection a lieu dans des phases opposées ;

4° Une augmentation de la pression au contact *retarde* l'inversion.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *A. Bigot.* **Plate-forme littorale avec marmite du Bathonien de Chailloué (Orne).**

Les caractères de la surface des grès de Chailloué et des blocs et galets de la couche qui la surmonte sont ceux d'une plate-forme rocheuse marine de la zone intercotidale. Le massif de grès de Chailloué formait avant la trangression jurassique un *monadnock* à la surface de la pénéplaine continentale. La trangression jurassique en a fait un *récif émergé* situé en avant du rivage de la mer bathonienne, rivage qui était plus au Sud, dans la région du massif ancien d'Ecouves. L'action des vagues a transformé une partie de la surface du monadnock en une surface de dénudation marine.

ÉCONOMIE RURALE. — *Robert Régnier* et *Roger Pussard* (prés. par M. P. Marchal). **Des conditions dans lesquelles se propage la maladie communiquée aux Campagnols par le virus de Danysz.**

Il n'est pas nécessaire que tous les Campagnols aient mangé de l'avoine imprégnée de virus pour contracter la maladie. Il peut y avoir contamination par cohabitation, par ingestion d'aliments souillés par les excréments d'individus malades, et par consommation de sujets contaminés.

La contamination doit être vraisemblablement attribuée à la présence de parasites, et notamment de Puces ayant piqué des Campagnols en période d'incubation, ou à l'habitude qu'ont ces rongeurs de hacher avec leurs dents la paille intérieure du nid souillée par les excréments.

La consommation des individus malades ou morts ne joue pas un rôle moins important. Il est fréquent de trouver des Campagnols dévorés par leurs semblables.

HISTOLOGIE. — *E.-P. Fortin* (transm. par M. Henneguy). **Investigations histologiques sur certains éléments de la rétine.**

Seules, les expériences entoptiques établissent que le siège de la fixation d'une image est situé au centre même de la fovéa. On savait depuis longtemps que la couche neuro-épithéliale était ovasculaire. L'auteur a reconnu comme rigoureusement exact que cette moitié de la rétine ne contient aucun globule mais entre la neuro-épithéliale et la surface des grains internes, circulant entre de larges formations aplaties, il a constaté l'existence d'un remarquable réseau capillaire où il croit pouvoir localiser le joli phénomène de la circulation entoptique.

La couche des cônes ne serait pas la couche perceptrice. Cette importante fonction serait réservée à de fins éléments placés un peu en avant de la couche si régulière formée d'éléments tous égaux, se projetant entoptiquement comme de petits cercles, et décrite par l'auteur sous le nom de *couche régulière des petits appareils.*

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrebert* et *Yung Ko-Ching* (transm. par M. F. Henneguy). **La contraction protoplasmique des ébauches embryonnaires chez l'Épinoche et l'Épinochette.**

Pour préciser le mode des mouvements, les auteurs distinguent deux périodes séparées par la fermeture du blastopore vitellin, la période d'enveloppement du vitellus et la période postblastoporale.

La contraction protoplasmique des ébauches embryonnaires brasse le milieu intérieur et favorise les échanges avant que soit établie la circulation sanguine. Elle cesse au niveau de l'embryon quand les organes axiaux et para-axiaux commencent leur différenciation. Elle est un nouvel exemple de fonctionnement transitoire lié à une phase définie du développement.

PHYSIOLOGIE. — *E. Iwanow* (prés. par M. Roux). **Durée de conservation de la propriété fécondatrice des spermatozoïdes des Mammifères dans l'épididyme séparé de l'organisme.**

Les spermatozoïdes des Mammifères peuvent conserver leur mobilité pendant plusieurs jours et même pendant plusieurs semaines, en restant dans l'épididyme du testicule séparé de l'organisme. Des résultats positifs de fécondation artificielle ont été obtenus avec des spermatozoïdes conservés pendant sept jours en dehors de l'organisme (une lapine) et pendant huit jours (une cobaye).

Digitized by Google

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L. Nattan-Larrier, G. Ramon* et *E. Grasset* (prés par M. Roux). **De l'immunité antitétanique chez le nouveau-né.**

Les injections sous-cutanées d'anatoxine tétanique peuvent procurer au nourrisson *l'immunité active;* cette immunité est plus faible que chez l'adulte ; après deux injections d'anatoxine ($1^{cm^3}5$ et 1^{cm^3}) faites à 3 semaines d'intervalle, 1^{cm^3} du sérum du nourrisson ainsi traité neutralise deux doses mortelles (pour le cobaye).

Ces recherches permettent d'envisager la possibilité, grâce à l'anatoxine, d'assurer, dans certains cas, la protection du nouveau-né vis-à-vis du tétanos d'origine ombilicale, affection qui est une des causes de la mortalité infantile dans certaines régions de l'Afrique. P. GUÉRIN.

Séance du 30 *août* 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Polya* (transm. par M. J. Hadamard). — **Sur les opérations fonctionnelles linéaires échangeables avec la dérivation et sur les zéros des sommes d'exponentielles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Mlle N. Bary* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la représentation analytique d'une classe de fonctions continues.**

— *A. Kovanko* (transm. par M. Emile Borel). **Sur l'intégration des suites de fonctions totalisables.**

GÉOMÉTRIE. — *Boris Delaunay* (prés. par M. Hadamard). **Sur la théorie des paralléloèdres.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Kyrille Popoff* (transm. par M. Paul Appell). — **Sur la convergence des séries de la mécanique céleste.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Krawtchouk* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la méthode de N. Kryloff pour l'intégration approchée des équations de la physique mathématique.**

— *N. Bogoliouboff* et *N. Rryloff* (transm. par M. Hadamard). **Sur la justification du principe de Rayleigh par l'ordre de l'erreur commise à la neuvième approximation.**

ASTRONOMIE. — *Bigourdan.* **Sur la régularité du mouvement diurne et sur la possibilité de la contrôler au moyen de nos pendules.**

Les perturbations de transmission des signaux rythmés radiotélégraphiques n'exercent sur la durée de transmission qu'une influence inférieure à $0^s,01$. Mais quand on compare les heures absolues de réception des mêmes signaux horaires dans divers observatoires, les écarts sont souvent plus de 10 fois plus grands. Si, au lieu de comparer ainsi les heures corrigées ou absolues, on compare les heures non corrigées ou brutes, les indications brutes des divers garde-temps, correspondant aux mêmes signaux, seraient presque aussi exactes que si tous ces garde-temps se trouvaient réunis en un seul point de la terre, en un même Observatoire. La comparaison des nombres ainsi obtenus permettrait, notamment, de vérifier la parfaite régularité du mouvement diurne, c'est-à-dire la constance actuelle du jour sidéral.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *Jacques Bourcart.* **Essai d'interprétation morphologique des Bouches de Cattaro.**

Les Bouches de Cattaro doivent leur origine à un ennoyage transversal de tous les plis, puis à leur accentuation, compliquée de leur torsion en S. Le resserrement des plis n'est pas un phénomène particulier à cette région dans l'Adriatique. L'auteur a déjà montré qu'il permet seul d'expliquer, dans la Kerka maritime, ou la mer de Novigrad, les lacs allongés dans les synclinaux. Les positions des fractures dans les arcs anticlinaux correspondent du reste à celles que Brouwer leur assigne, à la suite de ses belles études sur les guirlandes mouvantes des Indes néerlandaises.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (transm. par M. P.-A. Dangeard). **Recherches sur les greffes d'Alliaire et de Chou.**

Le greffage, chez l'Alliaire et le Chou fourrager, fait varier le chimisme quantitatif des substances spécifiques, à rôle écologique de défense, fabriquées séparément par les associés. Leur production subit des oscillations au cours de la végétation et varie suivant qu'il s'agit de plantes donnant une ou deux floraisons et aussi suivant les exemplaires dont les autorégulations consécutives à la symbiose se font avec une facilité plus ou moins grande suivant la perfection relative des bourrelets de soudure.

Les variations des produits écologiques de défense et leurs oscillations au cours du développement ont été perçues par les pigeons à l'aide de leurs sens du goût et de l'odorat.

PHARMACOLOGIE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). **Sur l'inversion de l'action normale de l'adrénaline.**

Chez le chien chloralosané, on obtient toujours avec la yohimbine l'inversion des faibles doses d'adrénaline 2/10) à 5/100 de milligramme), tandis qu'avec l'ergotamine, le plus actif cependant des alcaloïdes de l'ergot,il est souvent impossible de l'obtenir. Par contre, également chez le chien chloralosané, l'inversion obtenue par l'ergotamine est d'autant plus accentuée que la dose d'adrénaline est plus forte, tandis que, avec la yohimbine, il est souvent difficile d'inverser complètement l'action des doses fortes d'adrénaline (0 mg. 5 à 1 mg).

Enfin, contrairement aux alcaloïdes actifs de l'ergot qui, si l'on en croit Dale, permettent d'abolir l'action cardio-accélératrice de l'adrénaline, la yohimbine laisse subsister cette action.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *E. Ducloux* et *Mlle G. Cordier* (prés. par M. A. Desgrez). **Sur le virus claveleux traité par diverses aldéhydes.**

L'action des virus aldéhydés (méthanal, éthanal) est inoffensive puisque dans les troupeaux où ils ont été utilisés, il n'a pas été constaté de clavelée.

L'efficacité de leur emploi est certaine. Il y a eu arrêt de la mortalité dans les régions infectées où ils ont servi à la vaccination, et une immunité solide est résultée de leur utilisation. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Congrès de Chirurgie. — Le 35e Congrès de Chirurgie se tiendra du 4 au 9 octobre à la Faculté de Médecine de Paris, sous la présidence du Professeur J.-L. Faure.

Questions à l'ordre du jour :

1° Pathologie des ménisques du genou. Rapporteurs : MM. A. Mouchet et Tavernier.

2° Opérations conservatrices dans les lésions inflammatoires des annexes de l'utérus. Rapporteurs : MM. de Rouville et P. Mocquot.

3° Traitement des arthrites gonococciques en évolution. Rapporteurs : MM. Michel et Mondor.

Une exposition d'instruments de chirurgie, appareils, pansements et électricité médicale se tiendra pendant la durée du Congrès, dans le grand vestibule de la Faculté de Médecine.

Le 6e Congrès de Chimie industrielle. — Le 6e Congrès de Chimie industrielle se tiendra à Bruxelles du 26 septembre au 2 octobre 1926. Il comprendra six groupes :

Digitized by Google

Groupe I. — Usine et Laboratoire. Deux sections : 1° Chimie analytique, outillage de laboratoire ; 2° outillage de l'usine, eaux, industries frigorifiques.

Groupe II. — Combustibles liquides, solides et gazeux, leur production et leur utilisation.

Groupe III. — Métallurgie et Industries minérales. Trois sections : 1° Sidérurgie, métallurgie des métaux autres que le fer, électrométallurgie ; 2° grande industrie chimique, électrochimie, petite industrie chimique, corps radioactifs ; 3° verrerie, céramique, émaillerie, chaux et ciments.

Groupe IV. — Industries organiques. Cinq sections : 1° matières colorantes, textiles naturels et artificiels, explosifs ; 2° produits pharmaceutiques, parfums naturels et artificiels, produits photographiques ; 3° matières grasses, savons, bougies, glycérines ; 4° caoutchouc, résines, laques, vernis, cires ; 5° cellulose, papier, matières plastiques textiles artificiels.

Groupe V. — Agronomie et Industries agricoles. Trois sections : 1° extraits tinctoriaux et tannants, industrie de la tannerie ; 2° industries de la fermentation, œnologie, cidrerie, brasserie, distillerie ; 3° industries du sucre, féculerie.

Groupe VI. — Organisation économique : sociologie, hygiène industrielle, législation.

En dehors des travaux effectués dans les groupes et sections, le programme prévoit des conférences ainsi que des visites d'usines et de laboratoires. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des sciences.* — Statistiques des étudiants pour l'année scolaire 1924-1925 :

Inscrits en vue du Concours de l'Agrégation :

Sciences mathématiques	11
Sciences physiques	11
Sciences naturelles	3
Doctorats d'Etat — Sciences mathémat.	7
Doctorats d'Etat — — physiques	32
Doctorats d'Etat — — naturelles	16
Doctorat d'Université	8
Diplômes d'Etudes supérieures	20
Certificats d'Etudes supérieures	2.380
Certificats d'Etudes P. C. N.	586
Institut de Chimie appliquée	216
Etudiants immatriculés, ne postulant à aucun grade	171
	3.461

En 1923-1924, le nombre d'étudiants était de 3.270.

Inscriptions : Il a été pris 5.744 inscriptions, dont 2.076 en vue du P. C. N. et 3.668 en vue des certificats de licence (certificats d'études supérieures).

3.461 étudiants ont été immatriculés parmi lesquels se trouvent 2.665 français et 796 étrangers, parmi lesquels 552 femmes. dont : 466 françaises et 86 étrangères.

Les 796 étudiants et étudiantes étrangers se répartissent ainsi par nationalité :

Belgique	8	Grèce	28
Pologne	168	Hongrie	34
Roumanie	134	Italie	12
Bulgarie	11	Luxembourg	5
Ile de Chypre	1	Norvège	6
Empire Ottoman	7	Pays-Bas	1
Espagne	3	Allemagne	2
Finlande	2	Autriche	2
Angleterre	5	Lettonie	8
Russie	128	Lithuanie	26
Serbie	7	Chine	41
Suède	1	Japon	5
Suisse	20	Indes anglaises	7
Tchécoslovaquie	8	Annam	5
Yougoslavie	5	Cochinchine	2
Esthonie	4	Tonkin	1
Géorgie	1	Tunisie	2
Perse	4	Ile Maurice	5
Palestine	5	Canada	8
Arménie	9	Mexique	1
Syrie	10	Antilles	1
Turquie d'Asie	2	Etats-Unis	3
Egypte	14	Bolivie	3
Argentine	3	Guatémala	2
Pérou	3		

Au point de vue des divers enseignements, les étrangers se répartissent ainsi :

Certificats d'études P. C. N.	168
Institut de Chimie appliquée	7
Certificats de licence	621

Parmi ces 621 étrangers immatriculés à la licence, 64 préparaient un doctorat, dont :

Sciences mathématiques	2
Sciences physiques	44
Sciences naturelles	18

Faculté de Médecine. — Statistique des étudiants pour l'année scolaire 1925-1926 :

Etudiants entrés à la Faculté :

Français	734
Françaises	157
Etrangers	205
Etrangères	46
	1.143

Nombre total des étudiants inscrits :

Français	3.227
Françaises	633
Etrangers	631
Etrangères	134
	4.625

Etudiants ayant quitté la Faculté :

Reçus	789
Passés dans une autre Ecole	69
Ayant renoncé aux études	9
Exclu à toujours de toutes les Facultés	1
Décédés	5
Etudiants n'ayant pas accompli d'actes scolaires depuis plus de 5 ans	103
	976
Etudiants reçus docteurs	527
Etudiants reçus chirurgiens dentistes	230
Etudiantes reçues sages-femmes	32
	1789

Ces chiffres comprennent les Français (677) et les étrangers (112), hommes et femmes.

Bibliothèque :

Lecteurs ayant fréquenté la bibliothèque.	56.890
Volumes communiqués sur place	81.982
Volumes prêtés au dehors (304 emprunteurs)	2.397
Volumes prêtés aux Facultés de province.	186

Faculté de Pharmacie. — Statistique des étudiants pour l'année 1924-1925 :

Digitized by Google

Etudiants ayant pris une ou plusieurs inscriptions	631
Etudiants immatriculés	152
Etudiants ayant subi dans l'année des examens	170
	953

Relativement aux Travaux pratiques, les 631 étudiants qui au cours de l'année scolaire ont pris des inscriptions se répartissent ainsi :

1re année : Chimie et Pharmacie	192
2e année : Chimie analytique, Physique, Micrographie	173
3e année : Chimie, Micrographie, Microbiologie, Parasitologie	141
4e année : Matières alimentaires, Microbiologie	125
	631

Etudiants étrangers :

Roumanie	10
Angleterre	1
Russie	1
Tchécoslovaquie	2
Chine	1
Palestine	3
	18

Les grades et diplômes conférés par la Faculté se répartissent ainsi :

Diplôme de pharmacien N. R.	105
Diplôme de 1re classe A. R.	32
Pharmacien supérieur	1
Certificat d'herboriste	47
Doctorat	10
	195

Bibliothèque :

Lecteurs	Etudiants en pharmacie	17.483
	Etrangers à la Faculté	2.402
Volumes communiqués sur place		65.758
Prêts au personnel de la Faculté		3.594

Ecole nationale supérieure des Mines. — M. Henri Lefebvre, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, est nommé Chef des Travaux graphiques à l'Ecole nationale supérieure des Mines en remplacement de M. Garvin, nommé Chef des Travaux pratiques de Mécanique à la même Ecole.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — L'emploi de professeur du Cours d'Hydraulique et ses applications est vacant. Les candidats devront adresser, avant le 19 octobre, leur demande, accompagnée de leurs titres, au Directeur de l'Ecole Centrale, 1, rue Montgolfier, Paris (3e).

Conservatoire national des Arts et Métiers. — La direction est autorisée à accepter, au nom de cet établissement, la donation entre vifs, faite par Mme veuve Edmond de Polignac et consistant en 200 fr. de rente française 3 %, à charge de fonder en faveur des élèves les plus méritants du cours d'électricité industrielle :

1° Un prix annuel de 100 fr., qui sera dénommé « Prix Marcel Desprez » ;

2° Un prix triennal de 300 fr., qui sera dénommé « Prix Franklin ».

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mémorial des Sciences Mathématiques (Directeur M. Henri Villat). Fascicules X, XI, XII, XIII, XIV. 60 pages environ chacun. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix de chaque fascicule : 12 francs.

Fasc. X. — *Fonctions de Lamé et de Mathieu*, par M. Pierre HUMBERT.

Lamé a introduit les fonctions qui portent son nom pour calculer l'équilibre interne de température d'un ellipsoïde homogène, connaissant la répartition périphérique des températures. Ces fonctions interviennent également dans la théorie des figures d'équilibre d'une masse fluide en rotation, et dans divers autres problèmes. L'Auteur présente la théorie des fonctions de Lamé ainsi que diverses généralisations auxquelles elle a donné lieu.

Il étudie aussi les fonctions de Mathieu, qui jouent par rapport au cylindre elliptique le même rôle que celui des fonctions de Lamé par rapport à l'ellipsoïde. Les fonctions de Mathieu ont elles-mêmes de nombreuses applications : citons notamment le problème originel des vibrations d'une membrane elliptique et dans un genre très différent, le problème des deux équilibristes.

Fasc. XI. — *Fonctions harmoniques, principes de Picard et de Dirichlet*, par M. Georges BOULIGAND.

Après avoir montré l'importance de cette question, où les applications de l'analyse fonctionnelle se présentent nombreuses, l'Auteur précise le concept d'harmonicité, très proche parent du concept de monogénéité, expose les principes généraux permettant d'appliquer les potentiels et les équations intégrales à la résolution des problèmes aux limites. Il s'occupe ensuite, en connexion avec les données intuitives fournies par la théorie de l'équilibre thermique, des lois de croissance des fonctions harmoniques au voisinage de leurs singularités, lois dont la plus importante est le principe des singularités positives de Picard. Il consacre un dernier chapitre aux travaux modernes sur le principe de Dirichlet, et étudie notamment les infractions à la continuité que la solution de ce problème, dans les conditions les plus générales, est susceptible de présenter à la frontière.

Fasc. XII. — *La méthode de Darboux et les équations* $s = f(x, y, z, p, q)$, par M. René GOSSE.

Ayant rappelé l'énoncé du problème de Cauchy et les notions essentielles concernant les caractéristiques des divers ordres, l'Auteur montre comment la recherche d'une équation d'ordre n ayant en commun, avec la proposée, des intégrales dépendant d'une infinité de constantes arbitraires a conduit les géomètres à introduire les importantes notions d'équations en involution et d'invariant, qui sont les rouages essentiels de la méthode de Darboux. L'Auteur étudie ensuite le champ d'application de cette méthode et résume l'ensemble des beaux résultats obtenus dans cette voie par M. E. Goursat, par M. E. Gau et par lui-même.

Fasc. XIII. — *Figures d'équilibre et cosmogonie*, par M. Alex. VÉRONNET.

Ce fascicule résume les travaux relatifs aux différentes questions traitées par Henri Poincaré dans les *Figures d'équilibre d'une masse fluide* et dans *les Hypothèses cosmogoniques* ; ce sont celles qui se posent à propos de l'équilibre physique, de la constitution, de l'évolution et de la formation des astres et de l'Univers.

Digitized by Google

Après avoir rappelé les résultats acquis relativement aux figures d'équilibre d'une masse homogène ou hétérogène en rotation, l'Auteur examine les modalités amenées par la présence d'un astre perturbateur (problème de Roche), les problèmes relatifs à la figure des comètes et aux anneaux de Saturne. Il étudie ensuite l'équilibre dynamique de l'Univers et des Systèmes stellaires, et termine cet exposé en appliquant la Thermodynamique à ce même sujet.

Fasc. XIV. — *Théorie des champs gravifiques*, par M. Th. de DONDER.

Ce fascicule est la suite du fascicule VIII de la même collection. L'Auteur y étudie d'abord en toute généralité les champs gravifiques, pour passer ensuite aux cas particuliers les plus importants, champs massiques, champs électro-magnétiques, champs possédant simultanément ces deux caractères. On retrouve ainsi les propriétés fondamentales du champ newtonien, du champ de Maxwell-Lorentz et de l'électrodynamique des corps en mouvement. L'exposition très personnelle de l'Auteur se recommande par son caractère systématique et par sa simplicité. G. BOULIGAND.

Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs, par E. NICOLAS. *Troisième édition*. In-8° de 275 pages avec 269 figures. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

Écrit pour la clientèle des cours professionnels et techniques élémentaires, cet ouvrage en est à sa troisième édition : il semble donc que l'utilité en soit grande et que le praticien qui l'étudie ait l'impression de retirer un grand profit de sa lecture. J'avoue pour ma part avoir été, pendant son examen, partagé entre deux sentiments contraires : d'abord la sensation nette qu'on trouve dans ce livre la reproduction quasi sténographique d'un enseignement effectivement donné, avec de nombreuses expériences réalisées devant un auditoire attentif dont le professeur suit les réactions et les dirige ; mais d'autre part, l'impression d'un recueil d'instructions pour contremaîtres et monteurs, pour lesquels tout réglage présente — et doit d'ailleurs présenter — la même nécessité, ce qui déséquilibre en quelque sorte l'importance intrinsèque de chaque sujet.

Sans doute y a-t-il de ma part la difficulté de me mettre « dans la peau » de l'auditoire auquel le cours est destiné et suis-je heurté, plus qu'il ne le faudrait, par une rédaction souvent trop lâche, par la confusion verbale continuelle entre l'énergie et la puissance, par l'emploi de termes dans une acception aujourd'hui périmée (inductance au lieu de réactance). Ces remarques faites, je dois louer l'effort pédagogique représenté par cet ouvrage, la méthode d'exposition en vingt leçons dont chacune fait presque un tout complet et enfin les exercices terminant chaque chapitre dont ils complètent et fixent les principaux résultats. A. F.

Le magnétisme, par MM. Pierre WEISS, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, correspondant de l'Institut et Gabriel FOEX, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Strasbourg. In-16 de 200 pages avec 69 figures (Collection Armand Colin). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 8 fr. 40.

MM. Weiss et Foëx, ont l'un et l'autre pris une part prépondérante au développement de cette partie de la Physique, actuellement en pleine évolution.

Le Magnétisme n'est plus une science purement descriptive : les physiciens tendent de plus en plus à dégager des théories, qu'ils s'efforcent de mettre en accord avec les idées actuelles sur la constitution de l'atome. Ces tentatives, si intéressantes, étaient dispersées dans des périodiques ou dans des thèses d'un accès difficile. Réunir ces matériaux épars, en faire un tout bien coordonné, c'est ce qu'ont fait avec beaucoup de clarté les auteurs de ce petit livre, où les développements mathématiques sont réduits à l'indispensable, et que de nombreuses figures éclairent. S. R.

L'électron en chimie, cinq conférences faites à l'Institut Franklin de Philadelphie par Sir J.-J. THOMSON, traduit par M. R. Fric, avec une préface de M. A. Cotton. In-8° de 132 pages avec 41 figures A. Blanchard éditeur, Paris, 1926. — Prix : 16 francs.

Cet ouvrage donne la traduction de cinq conférences faites par Sir J.-J. Thomson au Franklin Institute de Philadelphie sur les relations entre la structure des atomes et leurs propriétés chimiques.

Les théories actuelles considèrent l'atome comme constitué par un certain nombre d'électrons disposés autour d'un noyau formé par l'assemblage d'électrons et de charges élémentaires positives dont l'ensemble possède une électrisation résultante positive.

La conception que Sir J.-J. Thomson se fait de l'atome diffère profondément de celle proposée par Rutherford et Bohr. Pour ces derniers, les électrons libres extérieurs au noyau tournent autour du soleil. Au contraire, Sir J.-J. Thomson admet que ces électrons forment un assemblage en équilibre sous l'action des seules forces électrostatiques. Cet équilibre implique que la force agissant entre les charges en présence ne suit pas la loi de Coulomb. Sir J.-J. Thomson admet cette loi pour exprimer la force qui s'exerce entre deux électrons mais, pour exprimer la force qui s'exerce entre un électron et une charge positive, il introduit un terme supplémentaire, de signe contraire, variant en raison inverse du cube de la distance tel que l'attraction se change en répulsion lorsque la distance devient très petite, de l'ordre des dimensions atomiques.

A partir de cette hypothèse, Sir J.-J. Thomson a construit des modèles d'atomes où les électrons libres sont en équilibre stable sans qu'il soit besoin de leur supposer un mouvement tourbillonnaire ; il a pu prévoir également et même calculer numériquement un certain nombre de propriétés physiques et chimiques des atomes et interpréter un grand nombre de propriétés des combinaisons formées par ces atomes.

Les questions exposées dans ce livre sont parmi les plus captivantes de celles qu'étudie la physico-chimie. Quel que soit le sort que l'avenir réserve aux modèles de Sir J.-J. Thomson, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'en ce qui concerne l'interprétation d'un très grand nombre de propriétés chimiques et de quelques propriétés physiques des atomes et des molécules, il semble plus fécond que le modèle habituellement admis. Sans doute, celui-ci retrouve-t-il sa supériorité en ce qui concerne les propriétés optiques, notamment la structure des spectres, dont il permet de retrouver avec une précision merveilleuse les moindres particularités. Il faut se borner à souhaiter que la physique de demain permette de fondre les deux conceptions en une qui synthétiserait leurs avantages communs. En attendant, les physiciens et les chimistes français seront heureux de pouvoir connaître les vues ingénieuses et profondes du grand savant à qui la physique de l'électron doit tant de découvertes, et de si belles, et ils seront reconnaissants à M. Fric de sa traduction fidèle et soignée.

A. Bc.

Digitized by Google

Les essences de térébenthine, par G. Dupont, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux. In-8° de 332 pages avec 52 figures (*Encyclopédie Léauté*). Masson et Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 28 francs.

Cet ouvrage comporte trois parties. Dans la première l'auteur rappelle dans ses grandes lignes l'industrie résinière : la récolte de la gemme, son traitement pour l'obtention de l'essence de térébenthine et de la colophane. Puis il étudie en détail la composition des essences de térébenthine et les propriétés particulières de leurs constituants principaux. Sont étudiées à côté des essences de térébenthine proprement dites, les essences extraites des feuilles, des cônes ou du bois de conifères. Ces essences ont en effet un assez vif intérêt industriel, les premières par leurs usages en parfumerie ou en pharmacie, les secondes par leur emploi croissant comme succédanés de l'essence.

Dans la deuxième partie, l'auteur étudie les succédanés et les adultérants des essences de térébenthine et indique les moyens de déceler les fraudes.

Enfin, dans la troisième partie, sont décrites les industries dérivées des essences de térébenthine et plus particulièrement celles de leurs dérivés chimiques.

On trouvera dans ce volume non seulement les méthodes principales employées dans ces industries, et les propriétés et usages des produits obtenus, mais encore des renseignements personnels de l'auteur sur des industries nouvelles actuellement à l'étude et sur des réactions et des méthodes qui, sans être aujourd'hui industrielles, semblent offrir le plus de chances de le devenir. L. Ft.

Practical physiological chemistry, par S. W. Cole, professeur à l'Université de Cambridge. *Septième édition.* In-8° relié de 479 pages avec figures. W. Heffer and Sons Ltd. éditeurs, Cambridge. — Prix : 16 sh.

Ayant maintes fois signalé aux lecteurs de la *Revue Scientifique* les qualités de cet excellent ouvrage, je me bornerai, en leur présentant cette septième édition, à leur indiquer les principales additions dont elle a été l'objet.

L'auteur a eu l'heureuse idée d'ajouter au chapitre sur les méthodes physiques la description de la méthode électrométrique de mesure du pH, ainsi qu'un exposé plus complet des notions relatives à la concentration en ions hydrogène, à la loi de l'action de masse et à la dissociation des acides faibles.

Un nouveau chapitre a été consacré à l'étude des oxydations et des réductions biologiques; avec raison la partie théorique y est assez développée car il s'agit d'un sujet important qu'il importe de bien expliquer à ceux des lecteurs à qui il n'est pas encore familier. Trois pages y ont été réservées au glutathion, ce dipeptide de cystéine et d'acide glutamique que F.-G. Hopkins a découvert, il y a quelques années, et dont il a montré l'importance au point de vue de la respiration des tissus.

Un autre nouveau chapitre traite de l'analyse du sang. D'ailleurs l'ensemble de l'ouvrage a été revisé avec soin, mis à jour, et enrichi, notamment, de la méthode rapide de dosage des sucres que l'auteur a imaginée. Quand on parcourt attentivement ce livre si clairement rédigé, avec un tel souci de ne rien négliger de ce qui peut aider à l'instruction théorique et pratique des étudiants, on n'est pas surpris de l'accueil si favorable qui lui a été fait en Angleterre et de la rapidité avec laquelle ses sept éditions se sont succédé depuis 1904. A. Berthelot.

La Cellule. Volume jubilaire de Victor Grégoire, t. XXXV et XXXVI (1925).

A l'occasion du 25e anniversaire du professorat de V. Grégoire, un groupe de cytologistes dédia à ce dernier une série de mémoires formant deux beaux volumes dont il n'est possible de donner ici qu'une très courte analyse.

En premier lieu se trouve rapportée une allocution du professeur Gilson, directeur de la *Cellule* et professeur de zoologie et d'embryologie à l'Université de Louvain. Puis on trouve la liste des travaux personnels publiés par Grégoire de 1899 à 1925 et celle publiée par ses élèves de 1901 à 1925.

La série des mémoires originaux dédiés au professeur de botanique de Louvain comprend : Dans le t. XXXV :

1° *On physiological chromomères*, par Hugo de Vries.

2° *Sur l'existence de figures didiploïdes dans le méristème radiculaire du Cannabis sativa L*, par R. de Litardière.

3° *La régénération des tissus dans la queue des Urodèles* (système nerveux), par J. Duesberg.

4° *Pollen tetrad wall formation in Lathraea*, par R. Ruggles Gates.

5° *Quelques remarques sur la structure et le développement des cellules adipeuses et des œnocytes pendant la nymphose de l'Abeille mâle*, par F. Vejdovsky.

6° *Les structures mitochondriales et nucléaires dans les cellules germinales mâles chez la Sauterelle*, par Robert Chambers.

7° *Contribution nouvelle à l'étude de la sexualité des Basidiomycètes*, par René Vandendries

8° *La nervation des péricarpes chez les Polygonum*, par H. Lonay.

9° *The chromosome cycle of the Sporozoa considered in relation to the chromosome theory of heredity*, par Clifford Dobell.

10° *The factorial interpretation of sexdetermination*, par Lester W. Sharp.

11° *La structure des Vaucheries dans ses rapports avec la terminologie nouvelle des éléments cellulaires*, par P. A. Dangeard.

12° *Notes on the Cytoplasmic inclusions in the spermotogenesis of the indian scorpion Palaemnœus Bengalensis* C. Koch, par J. Bronté Gatenby et D. R. Bhattacharyo.

13° *Sphaeromyxa Sabrazesi* Laveran et Mesnil, par Paul Debaisieux.

14° *Contributions to the Knowledge of chromososme Numbers in Plants*, par O. Winge.

15° *Alimentation hydrocarbonée de la cellule et variations nucléaires et plastidales*, par A. Maige.

16° *La cellule de Kupffer*, par J. Havet.

17° *Les Cinèses de maturation et la double spermatogenèse chez Scolopendra cingulata L.*, par P. Bouin.

Dans le t. XXXVI :

1° *Les phénomènes de cata et d'anachromose dans les autosomes et l'hétérochromosome des cinèses spermatogoniales de deux orthoptères : Stenobothrus vagans* Fieb et *Acrotylus insubricus* scop., par J. Kowalski.

2° *Théorie coloniale des organismes multicellulaires*, par G. Gilson.

3° *The bearing of genetics on the cytological evidence for crossingover*, par T. H. Morgan.

4° *Le cycle du chromosome somatique dans les Phanérogames. II Listera ovata*, par Pierre Martens.

5° *Observations sur l'origine des vacuoles*, par A. Guilliermond.

Digitized by Google

6° Sur *Œnothera biennis mut.gigas*, une *nouvelle mutation tetraploïde*, par THEO J. STOMPS.

7° *Contribution à l'étude des glandes segmentaires chez les Insectes (Dermaptères et Orthoptères)*, par P. CAPPE DE BAILLON.

8° *Sécrétion nucléaire dans le canal déférent humain*, par H. DE WINIWARTER.

9° *L'origine et la formation des spermatophores chez les Céphalopodes décapodes*, par TONY BLANQUAERT.

10° *Aspects du chondriome de Stylaria lacustris L.*, par ARMAND DEHORNE.

11° *Sur les bases cytologiques de l'hérédité*, par V. B. DE BAEHR.

12° *Périthèces et sclérotes chez les Penicillum*, par Ph. BIOURGE.

Les deux volumes ne contiennent donc pas moins de 29 mémoires traitant des questions cytologiques les plus variées. Ils contiennent en outre de nombreuses planches illustrant les plus importants des mémoires.

A. LÉCAILLON.

Die natürlichen Pflanzenfamilien, publié sous la direction de A. ENGLER. *Deuxième édition*. Tome XIII. Gymnospermae par R. Pilger avec la collaboration de W. Gothau, R. Kräusel, A. Engler et Fr. Markgraf. In-8° de 447 pages avec 240 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 28 marks-or.

Ce nouveau volume de l'ouvrage fondamental de Engler est entièrement consacré aux Gymnospermes ; on ne trouve pas que c'est trop quand on songe à leur intérêt particulier comme terme de transition entre les Cryptogames Vasculaires et les Angiospermes, ainsi qu'au point de vue paléontologique, et cela sans compter l'importance économique de certains de leurs représentants.

La partie paléontologique a été traitée avec autant de soin que ce qui concerne les familles qui peuplent encore la surface du globe. Parmi celles-ci la grande classe des Conifères a été exposée avec tous les développements désirables. M. Engler a même étudié en détail leur distribution géographique (33 pages). De même que dans les volumes précédents, illustration très soignée et grande abondance d'indications bibliographiques.

Il y a donc quatre tomes publiés sur les vingt-sept que doit comprendre la nouvelle édition des « Pflanzenfamilien » ; ceux qui maintenant paraîtront les premiers traiteront des algues vertes, des lichens et des angiospermes (généralités et premières familles). Nous souhaitons que les botanistes n'aient pas à les attendre trop longtemps.

A. B.

Traitement des maladies mentales par les chocs, par C. PASCAL médecin en chef des asiles d'aliénés de la Seine et Jean DAVESNE. In-16 de 184 pages. (*Collection Médecine et Chirurgie pratiques*). Masson, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Ce petit livre ouvre des horizons nouveaux sur la manière de réagir du psychisme morbide sous l'influence de la fièvre artificielle provoquée par la pénétration brutale d'albumines hétérogènes et de cristalloïdes dans l'organisme.

Pour les auteurs, la thérapeutique par les chocs, entrevue depuis longtemps, employée d'une façon empirique, devient une méthode rationnelle biologique d'une application facile, non dangereuse si les techniques indiquées sont rigoureusement suivies. Le choc repose ainsi sur une loi précise du dynamisme bio-mental : le double rythme de la sensibilisation et de la désensibilisation. Plus facile à prévoir et à provoquer régulièrement il devient une arme curative sérieuse.

Par ses aperçus philosophiques cet ouvrage dépasse les limites de la pure psychiatrie. L'ingénieuse conception du choc protéinique émotionnel met en valeur le rôle, dans la mémoire, des émotions de la sensibilisation et démontre comment la vague hémoclasique qui l'accompagne crée l'anaphylaxie mentale.

Pour préciser les limites de la thérapeutique par les chocs, les auteurs ont étudié avec soin et mis en valeur le terrain spécial de réaction qu'ils ont appelé *diathèse psychocolloïdoclasique* par analogie avec la diathèse colloïdoclasique de Widal. C'est par les chocs émotionnels que le problème fécond de la colloïdoclasie rejoint celui de la pathologie mentale.

Ce travail est divisé en 2 parties : 1° dans la première on trouve l'exposé détaillé, original, de la crise hémoclasique émotionnelle et des manifestations anaphylactiques mentales. Les auteurs détruisent la théorie de la prédestination délirante, de la folie héréditaire, inévitable et incurable, et tentent d'expliquer à la lumière des connaissances biologiques modernes, la nature des constitutions psychopathiques immuables. Ils considèrent la constitution hyperémotive comme une tare profonde humorale, une véritable diathèse clasique. Les syndromes constitutionnels, les psychoses affectives (cyclothymie, psychasthémie, démences précoces, épilepsie, etc.) ne sont pas des maladies, mais des réactions et des conséquences de chocs qui traduisent l'aptitude facile au déséquilibre mental et colloïdal.

2° dans la 2e partie, sont décrites les diverses méthodes de traitements par les chocs susceptibles de prévenir, de suspendre ou de guérir ces manifestations anaphylactiques mentales : choc émotionnel thérapeutique, protéinothérapie spontanée (action curative des maladies infectieuses, traumatisme, etc.), protéinopyrétothérapie provoquée (abcès de fixation, tuberculine, lait, vaccins, extraits glandulaires, agents physiques, chimiques, hémothérapie).

S. R.

La science des rêves, par S. FREUD, professeur à l'Université de Vienne. Traduit par L. Meyerson, directeur adjoint du Laboratoire de Psychologie de la Sorbonne. In-8° de 641 pages. (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Le rêve n'est pas un chaos de sons discordants, il n'est pas dépourvu de sens, il n'est pas absurde ; il n'est pas nécessaire, pour l'expliquer, de supposer le sommeil d'une partie de nos représentations et l'éveil d'une autre. C'est un phénomène psychique dans toute l'acception du terme, c'est la *réalisation d'un désir*. Il doit être intercalé dans la suite intelligible des actions psychiques de la veille : l'activité intellectuelle qui le construit est une activité élevée et compliquée.

Le rêve est tel, d'une manière apparente, chez l'enfant. Les désirs de l'enfant sont forts ; la vie sociale, le « principe de réalité » ne les ont pas encore réduits, refoulés. Lorsque le jour n'a pu les combler, et qu'ils subsistent, entiers, quoi d'étonnant à ce que la nuit les accomplisse. Ces désirs forts sont surtout et d'abord les tendances élémentaires et les instincts ; c'est en premier lieu l'instinct le plus fort : la sexualité. Et lorsqu'elle commencera à se préciser, c'est sur les êtres les plus proches que le désir viendra se fixer : les parents. Amours parentales, haines parentales.

Des couches successives viennent se déposer au cours des jours sur ce fond primitif. L'enfant devient homme : il essaie de s'adapter, il freine, il refoule. Il arrive

Digitized by Google

même à oublier. Mais il n'a pas détruit. L'être primitif subsiste sous l'écorce et guette le moment favorable : la maladie mentale, la névrose, le sommeil. L'autre, « l'être secondaire », résiste; une censure veille aux portes de l'inconscient : il faut la tromper. Le désir primitif, inconscient, la trompera, il se déguisera : ce déguisement, c'est le rêve, rêve d'adulte.

L'étude des procédés de déguisement (condensation, déplac ment, dramatisation, élaboration secondaire), c'est l'étude des lois de l'inconscient, de la structure de l'esprit, c'est toute la psychologie. L. Fr.

Picture postcard set, publié par le British Museum (Natural History). En vente au Natural History Museum, Cromwell Road, London S. W. 7. — Prix : 1 shilling, la série de cinq cartes.

Le British Museum a entrepris la publication de séries de cartes postales illustrées, en couleurs, représentant les principaux types choisis dans les trois Règnes de la Nature. On ne saurait trouver un meilleur mode de diffusion des études relatives à l'Histoire naturelle; l'enseignement scolaire par la carte postale est largement employé, du reste, en Angleterre et en quelques autres pays, aussi bien dans les Universités que dans les Écoles élémentaires.

Chaque série de cartes est accompagnée d'un texte explicatif suivi de la description, pour chaque carte, des objets représentés. Le choix des sujets et la rédaction des textes sont confiés à des spécialistes.

Le plus grand soin est apporté à l'exécution de ces cartes, tant au point de vue du dessin qu'à celui du coloris, et aussi de l'exactitude.

Il est à souhaiter que l'exemple donné par le British Museum soit suivi par tous nos grands musées, pour propager le goût des sciences naturelles qui, à une époque comme la nôtre, tend à s'affaiblir de plus en plus parmi la jeune génération attirée par l'appât des gains énormes que procurent l'industrie et le commerce.

L. Fr.

Les gazogènes. Guide de la gazéification avec ou sans récupération de sous-produits, par R. Trenkler, ingénieur diplômé, directeur de la Société allemande du Gaz Mond. Traduit de l'allemand par Henri Besson, ingénieur-conseil. In-8° de 300 pages avec 155 figures et 75 tables numériques. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

La valorisation des combustibles se présente sous plusieurs aspects. Certains combustibles sont plus spécialement appliqués à la production du gaz d'éclairage, avec le goudron et le coke domestique comme sous-produits, tandis que d'autres, les charbons collants riches en matières volatiles, sont affectés à la production du coke métallurgique, avec, comme sous-produits, le goudron et le gaz.

Une autre façon de valoriser les combustibles est la distillation à basse température, qui a pour objet d'en retirer, dans l'état le plus pur possible, le bitume qu'ils contiennent, et qui se présente à la fin de l'opération sous deux formes principales : un gaz très riche et un goudron plus abondant que celui des cokeries, et renfermant des produits qui n'ont pas subi l'altération due à la haute température des cornues à gaz.

Un autre mode de valorisation, repose sur l'emploi du gazogène, primitivement conçu dans le but unique de produire un gaz destiné à la chauffe des fours métallurgiques, appliqué ensuite à la production du gaz pour force motrice, enfin disposé de telle sorte qu'il permette la récupération des précieux sous-produits de la distillation des charbons : le goudron et l'ammoniaque.

L'ouvrage de M. Trenkler donne à la fois l'historique du développement des gazogènes et la description des modèles les plus récents, avec leurs applications à la récupération des sous-produits. L. Fr.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

G.-H. Luquet. — L'Art et la Religion des Hommes fossiles. In-8° de 230 pages avec 119 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 32 francs.

André Dubosq. — La Chine en face des puissances. In-16 de 125 pages. Delagrave, Paris. — Prix : 10 francs.

Paul Choisnard. — Entretiens sur la Sociologie. In-8° de 140 pages. Leroux, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Huart du Plessis. — La Chèvre. Races, Elevage. Exploitation. In-16 de 150 pages avec figures. Librairie des Sciences agricoles, 11, rue de Mézières, Paris. — Prix : 6 francs.

René Couffon. — Transport de l'Electricité. In-16 de 200 pages avec 45 figures (*Collection Armand Colin*). Colin éditeur, Paris. — Prix : 8 fr. 40.

E. Chemin. — Les Mollusques d'eau douce. (Encyclopédie pratique du naturaliste). In-16 de 190 pages avec 47 figures et 15 planches en noir et en couleurs. Lechevallier, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

L. Machefel. — La production et le commerce des céréales. Statistique. Législation douanière. Réglementations intérieures. In-16 de 130 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 6 francs.

Alin Caillas. — Les trésors d'une goutte de miel. In-16 de 158 pages. Librairie spéciale agricole, 58, rue Claude-Bernard, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Bouligand et *Rabaté.* — Initiation aux méthodes vectorielles et aux applications géométriques de l'analyse à l'usage des élèves de mathématiques spéciales et des élèves des Facultés des Sciences. In-8° de 215 pages. Vuibert, éditeur, Paris.

Massignon. — Annuaire du Monde musulman. Statistique, historique, social et économique. 2e année 1925. Fasc. 1. In-8° de 110 pages. Leroux, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Asa C. Chandler. — Animal parasites and human disease. 3e édition. In-8° de 572 pages avec 254 figures. Willey et Sons, New-York et Chapman et Hall, London, éditeurs. — Prix : 22 sh. 6.

Henry Ford. — Aujourd'hui et demain. Trad. de l'anglais par Alaux et Hollard. In-8° de 350 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

J. H. G. Monypenny. — Stainless iron and steel. In-8° de 304 pages avec nombreuses figures. — Chapman and Hall éditeurs, Londres. — Prix : 21 sh.

G. V. Villavecchia. — Dizionario di Merceologia e di Chimica applicata. *Quatrième édition.* Tome IV. In-8° de 957 pages sur 2 colonnes. Ulrico Hœpli, éditeur, Milano. — Prix : 50 lire.

Dr Henri Stévenin. La Coqueluche. In-16 de 210 pages. (*Bibliothèque des Sciences médicales*). E. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Institut International d'Agriculture. Bureau des renseignements agricoles. — Actes de la IVe Conférence de pédologie. Rome 12-19 mai 1924. Trois in-8° de 175 pages.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 19 — 64e ANNÉE — 9 OCTOBRE 1926

POUR LA RÉFORME DE LA LICENCE ÈS-SCIENCES NATURELLES

La *Revue Scientifique* a bien voulu accueillir déjà deux articles relatifs à l'organisation et à la réforme des études qui mènent à la licence ès sciences (1). Dans le premier de ces articles M. Janet embrasse l'ensemble de l'organisation actuelle, en fait l'historique qui en explique la complexité et, dans une certaine mesure, le déséquilibre. Il faut lire cette étude comme introduction à toute autre sur le même sujet. J'en fais état pour m'autoriser à entrer de plain-pied dans celle que je désire consacrer ici à la licence ès sciences naturelles.

La vieille licence, la licence d'avant 1896, englobait véritablement ce qui était alors l'ensemble de ces sciences : la géologie et la minéralogie, la zoologie et l'anatomie comparée, l'embryologie et l'histologie, la physiologie animale, la botanique avec la physiologie végétale. On peut dire des licenciés formés sous ce régime qu'ils étaient des naturalistes complets. Mais l'accroissement des matières et la multiplication correspondante des enseignements aggravaient à tel point, en sciences naturelles comme ailleurs, l'unique examen d'alors, qu'en 1896 on le subdivisa en trois examens indépendants sanctionnés par les trois certificats d'études supérieures de zoologie (zoologie, anatomie et physiologie comparées), botanique et géologie.

D'un organisme entier, à corrélations bien établies on faisait ainsi trois tronçons, d'ailleurs inégaux, qu'on allait laisser se régénérer, s'accroître et se diviser au gré de conditions diverses et souvent fortuites. Que l'on n'ait jamais pu retrouver dans le nouvel état de choses la coordination, l'équilibre, l'unité aux contours précis qui caractérisaient l'ancien, c'est ce dont se sont plaints tous ceux qui ont connu celui-ci.

Du moins pouvait-on penser qu'ainsi assouplie, l'organisation nouvelle serait plus apte à faire face aux besoins que créait l'accroissement continu des matières à assimiler. On n'avait d'ailleurs pas fixé de limites à l'extension des enseignements et ceux-ci s'étaient vus renforcés par la création de chaires ou de maîtrises de conférences. De ce fait, les certificats tendaient et certains arrivaient à prendre, à eux seuls, l'ampleur de l'ancienne licence. Et cependant la licence tripartite se dépouillait bientôt de ce qui était la vertu majeure de l'indivise : d'être la garantie de connaissances bien dosées sur *l'ensemble* des sciences naturelles. Quelle que soit l'hypertrophie de certains certificats, le licencié qui n'en possède que trois n'est plus aujourd'hui, tant s'en faut, un naturaliste complet.

L'organisation actuelle est-elle seule responsable de ce résultat? Non, car il est pour une autre part le fait d'une force majeure et irrésistible, sans cesse grandissante : l'accroissement, la ramification et partant la spécialisation des connaissances qui rendent vaine toute tentative de comprimer en trois pilules ce qu'il est aujourd'hui nécessaire d'assimiler pour être initié d'une manière si élémentaire que ce soit aux sciences de la nature. A plus forte raison ne pourrait-on songer à y enfermer ce qu'il faut enseigner pour atteindre ce point, situé plus haut dans l'éther ici qu'ailleurs, où la mémoire du

(1) Paul JANET, Sur la réforme de la licence ès-sciences. *Revue scientifique*, 13 janvier 1923. Maurice CAULLERY, Les études zoologiques. Critiques et desiderata. *Revue scientifique*, 26 décembre 1925.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

néophyte se sent soulagée par l'intuition, où s'effectue chez lui la révélation, où il cesse un peu d'apprendre parce qu'il commence à comprendre.

Il faut tenter de se représenter l'étendue et la diversité de ce vaste domaine qu'est le monde sur lequel et dans lequel nous vivons :

A. Sciences de la terre. Etude de l'écorce terrestre dans son architecture actuelle et passée (géographie physique, océanographie, géologie stratigraphique), dans ses mouvements et ses dégradations (phénomènes géologiques, physique du globe), dans sa structure intime, révélatrice de l'origine et de la formation des sédiments et de leurs métamorphoses (pétrographie, minéralogie) ; étude des êtres qui l'ont peuplée, précieux points de repère chronologiques (paléontologie par laquelle la géologie est tributaire de la zoologie et de la botanique).

B. Sciences de la vie. Étude du règne animal, qui se résumait autrefois sous le chef de zoologie et qui comprend : étude statique de la forme, de l'anatomie et du développement des types animaux (zoologie descriptive, anatomie comparée, embryologie descriptive) ; étude de leurs modes de vie (éthologie), classification de toutes ces formes (zoologie systématique), étude de la structure fine des tissus (anatomie microscopique ou histologie), étude du fonctionnement des organes (physiologie animale comparée).

Étude parallèle du règne végétal (botanique et physiologie végétale).

Étude des structures et mécanismes communs aux animaux et aux végétaux ; étude générale de la cellule du point de vue statique et dynamique (cytologie générale qui, par les connaissances acquises sur la constitution du noyau et le mécanisme de sa division, fait corps avec la génétique expérimentale) ; étude de la sexualité, des lois générales du développement, de la différenciation cellulaire, de la régénération et de la greffe (embryologie générale et causale), étude de la variation des espèces sous l'influence du milieu (transformisme), sous l'influence des croisements ou de la greffe (génétique expérimentale) ; étude des rapports des êtres entre eux (parasitisme, symbiose, infection, immunité) et avec le milieu (écologie), des lois de leur répartition à la surface du globe (bionomie) : grand ensemble d'acquisition relativement récente et en plein épanouissement, qui constitue ce qu'on est convenu d'appeler la biologie générale et dont les limites avec la physiologie générale sont d'ailleurs très arbitraires. Celle-ci se définit comme l'étude de tout ce qui, dans l'animal ou le végétal, le protiste ou la cellule, est matière dosable et phénomène mesurable par les méthodes physico-chimiques et au premier chef tout ce qui a trait à l'élaboration, à l'entretien et à l'irritabilité de la matière vivante. Étude de la composition et des propriétés physiques et chimiques de cette matière (chimie et physique biologiques), par lesquelles la physiologie est étroitement tributaire de la chimie et de la physique générales.

La subordination de plus en plus étroite des sciences biologiques aux sciences physiques (elle existe aussi pour les sciences géologiques, par la pétrographie, la minéralogie, la physique du globe) est le trait le plus caractéristique de leur évolution récente. Sauf en géologie, zoologie ou botanique statiques, il n'est pas de question où le chercheur ne se heurte aujourd'hui à un problème physico-chimique et souvent mathématique. Hormis le classificateur il n'y aura plus dans l'avenir de naturaliste qui puisse se dispenser d'une initiation physico-chimique et partant mathématique, plus ou moins poussée suivant ses tendances, mais toujours assez sérieuse pour qu'elle puisse se développer suivant ses besoins.

Ce grand mouvement de la science s'est fait et se poursuit, à de rares exceptions près, dans les laboratoires des Universités, en France comme à l'étranger, et l'on peut dire, à l'honneur de nos Facultés des Sciences, que partout où elles se justifiaient par le nombre des travailleurs et des élèves, les créations de laboratoires et de chaires en ont sans retard marqué les étapes. La liste des chaires chargés de cours ou maîtrises de conférences de nos grandes Facultés, de celle de Paris en tête, constituent, à quelques lacunes près, la table des matières de la Science du temps présent. Dans toutes les Facultés on trouve aussi ce précieux enseignement d'initiation aux sciences expérimentales, heureuse transition du secondaire au supérieur, qu'est le P. C. N. Ses épreuves, renforcées d'une interrogation sur la géologie, d'un problème de physique et d'un problème de chimie, confèrent le P. C. N. supérieur, excellent gage d'une culture générale scientifique. L'appareil d'enseignement est donc au complet. Tout ce qui est possible existe. On s'est approché là de la perfection. Mais, faute d'avoir su en réglementer l'usage, en le conformant aux besoins, on en compromet le rendement et on en amoindrit par là même la valeur.

Voici un bachelier qui, au sortir du lycée, s'inscrit à la Faculté pour la licence ès sciences naturelles. Peu importent ses études antérieures. Tout bachot lui est bon. S'il visait les mathématiques et les sciences physiques, il saurait que, même au sortir des mathématiques élémentaires, il ne pourrait aborder les cours de licence qu'après une année au moins de mathématiques générales. S'il se vouait à la médecine, il n'éluderait point le P. C. N. Mais cette culture scientifique générale que l'Université

Digitized by Google

impose à ses médecins, elle la juge superflue pour ses biologistes et ses géologues. Les sciences naturelles, qui sont le moins — et le plus souvent le moins bien — enseignées au lycée et au collège, sont les seules dans lesquelles on entre de plain-pied à la Faculté. Et ceci malgré des doléances réitérées. J'ai sous les yeux un article de M. Caullery réclamant éloquemment, dès 1905, l'obligation du P. C. N. à la base des études de la nature (1). Ces vingt années d'évolution des sciences naturelles vers la physico-chimie n'ont fait que renforcer la valeur de ses arguments. Ce n'est plus seulement le P. C. N. qu'il faut aujourd'hui exiger, mais le P. C. N. S. et ceux qui s'orientent vers la physiologie générale, la chimie et la physique biologiques, s'apercevront que les certificats de physique et de chimie générales ne leur seront point de luxe.

Au reste, ce n'est pas seulement l'initiation physico-chimique qui fait la valeur du P. C. N. S. pour les naturalistes, c'est l'initiation biologique et géologique elle-même, qui permet de maintenir les cours de licence au niveau où ils doivent être, qui donne à l'étudiant le temps d'éprouver sa vocation et de l'orienter dans le dédale des voies trop nombreuses qui s'ouvrent devant lui. C'est enfin, avec la garantie qu'il a des aperçus sur celles dont il se détourne, la facilité d'y revenir. Il semble que l'accord soit unanime sur ces points ; seule la réalisation a manqué jusqu'ici.

La possession préalable du P. C. N. S. est supposée dans toute la partie constructive de cet essai.

Actuellement la licence classique se compose toujours des trois certificats anciens de zoologie, botanique et géologie, mais avec la faculté de remplacer la zoologie par la physiologie et la géologie par la minéralogie. Ceci est l'aveu officiel de l'impossibilité de faire tenir toutes les sciences naturelles dans la licence, mais aussi celui d'une certaine impuissance à concevoir quelque chose de rationnel. Si on pose en principe qu'un naturaliste doit connaître la morphologie et la classification des plantes, comment admettre qu'il puisse ignorer totalement, je dis totalement, l'anatomie, l'embryologie, les conditions d'existence, la classification des animaux, cependant beaucoup plus compliqués, plus variés, plus nombreux et plus répandus dans le monde, que les végétaux ; et que leur connaissance soit, en fait, interdite dans le cadre de la licence, au physiologiste que l'on oblige, par contre, à apprendre la géologie ou la minéralogie ! Comment admettre que, de même, celle de la physiologie soit interdite au zoologue, celle de la minéralogie au géologue et réciproquement, et que celui-ci puisse substituer la physiologie à la zoologie qui est cependant, pour les neuf-dizièmes, la base de la paléontologie et celle de la connaissance et de l'interprétation judicieuse des « facies »?

Ces dispositions paradoxales semblent procéder de l'idée que géologie et minéralogie, zoologie et physiologie sont d'essence si voisines qu'elles sont interchangeables. Tous ceux qui les pratiquent savent, au contraire, qu'elles sont à ce point distinctes par leur objet, différentes par leurs méthodes, opposées par leurs tendances qu'elles ne peuvent être bien enseignées que séparément. J'en dirai autant des rapports de la biologie générale avec la zoologie et avec la botanique d'une part, la physiologie de l'autre. On n'enseignera pas plus les lois de l'hérédité à propos des poils des mammifères, des yeux des insectes ou de la morphologie des graines, la parthénogénèse expérimentale à propos de l'organisation des Batraciens ou des Echinodermes, que l'on n'enseignera les phénomènes généraux de la nutrition à propos de l'anatomie comparée du tube digestif, la chronaxie à propos de la structure du système nerveux.

Mais si différentes qu'elles soient, zoologie, botanique, biologie générale et physiologie n'en concourent pas moins à un même but : la connaissance de la vie qui les rend complémentaires et étroitement solidaires les unes des autres. Le physiologiste qui ignore les éléments de la zoologie et les bases de la biologie générale, le zoologue qui n'a de vues ni sur celles-ci ni sur la physiologie, sont des hommes d'instruction et d'éducation incomplète. Je dis : d'éducation incomplète, car la vieille trinité, géologie, zoologie, botanique, qui développe si bien chez ses adeptes le sens morphologique, ne leur impose qu'une attitude contemplative et procure à beaucoup d'entre eux, à l'égard de l'intervention active, cérébrale et manuelle, une inhibition dont la gravité n'apparaît que lorsqu'on a pu la vaincre. Et c'est peut-être plus encore par la formation expérimentale qu'elles impriment que par la masse, la généralité et la nouveauté des questions qu'elles embrassent que la biologie et physiologie générales devront désormais venir compléter le bagage du zoologue et du botaniste.

Au physiologiste, au biologiste, il est nécessaire de laisser beaucoup plus de latitude qu'ils n'en ont aujourd'hui dans le choix de leurs études. Tel, plus naturaliste que physico-chimiste, prendra les certificats de botanique, de zoologie et de biologie générale. Tel autre, au contraire, se contentant, en ces matières, des éléments qu'il aura acquis au P. C. N., tirera plus de bénéfice d'études de

(1) Maurice CAULLERY, Quelques réflexions sur l'enseignement actuel des Facultés des Sciences et sur ses sanctions. Ce que devraient être le P. C. N. et le M. P. (*Revue int. de l'Enseignement*, XLIX, 15 avril 1905).

Digitized by Google

physique ou de chimie (1). Mais pour l'un comme pour l'autre l'initiation géologique du P. C. N. S. sera suffisante.

Quant à la substitution dans la licence de la minéralogie à la géologie, je me demande quelle autre raison qu'une raison de commodité immédiate a jamais pu l'indiquer à un naturaliste. Au lieu de remplacer la géologie dans la licence, la minéralogie ne devrait-elle pas s'y ajouter? Dans ce domaine aussi, plus de liberté serait nécessaire. Celle pour le paléontologiste d'adjoindre la zoologie et la botanique à la géologie, celle pour le pétrographe de leur préférer la minéralogie et la chimie générale et pour tel autre la géographie physique et la physique du globe. Mais les uns et les autres n'ont évidemment que faire de la physiologie ou de la chimie biologique.

Après de longues méditations et l'étude de combinaisons variées j'aboutis à une suggestion très libérale que d'aucuns qualifieront d'anarchique : *au delà du P. C. N. S. toujours exigé, sauf dans certains cas bien définis de dispense* (2), *libre choix de trois certificats dont deux au moins de sciences naturelles et constituant proprement la licence de ce nom.* Si certains des certificats existants ont trop de points communs à leurs programmes, qu'on révise ceux-ci et qu'on en élimine les doubles emplois, ou qu'on décrète l'incompatibilité de ces certificats (3).

On me dira qu'on s'est engagé récemment assez avant dans la voie de la liberté en admettant à soutenir une thèse de doctorat ès sciences les licenciés pourvus de trois certificats quelconques, sous la seule réserve de l'approbation des Conseils de Faculté, qui, en fait, sera toujours donnée quand elle sera sollicitée par un professeur.

C'est là plus que je ne demande. Plus parce que cette liberté de choix s'exerce ici entre tous les certificats de tous les ordres de sciences délivrés par les Facultés, plus, surtout parce que ses effets ne sont point corrigés par l'obligation préalable du P. C. N. S.

Et c'est d'autre part beaucoup moins parce que cette liberté n'est qu'un trompe-l'œil. Cette licence indéterminée n'est en effet qu'une impasse qui conduit à un doctorat ès-sciences frappé d'interdit, dont les titulaires ne sont point admis à enseigner dans les Facultés. Nouvelle incohérence; vaine complication !

Ce qu'il faut c'est une licence définie mais souple menant à un doctorat ès-sciences toujours valable pour accéder aux chaires des Facultés.

Cette idée soulèvera, je le sais, des objections : trois d'entre elles m'ont déjà été faites que je voudrais rapidement examiner :

1° Il est à craindre que certains étudiants ne fassent leur choix que d'après des considérations de commodité personnelle étrangères au souci de leur culture ou de leurs besoins. Mais quel est le régime, si sévère soit-il, qui permette d'amender les esprits médiocres? Quel est le filtre, si tassé soit-il, qui puisse les arrêter? Le régime actuel en est-il capable? Et c'est là, au reste, une question de jury d'examen bien plutôt que de choix de matières;

2° La liberté du choix est incompatible avec les besoins de l'enseignement secondaire. J'avoue que, délibérément, dans tout ce qui précède, je ne me suis placé qu'au point de vue de l'enseignement supérieur, de l'accession au doctorat ès sciences, de la préparation à la recherche scientifique. Une part des défauts de l'organisation actuelle vient de ce que l'on y a asservi l'enseignement supérieur aux besoins de l'enseignement secondaire. Il est cependant possible que chacun d'eux conserve sa liberté sans qu'il se creuse de ce fait un fossé entre eux. Ainsi la « liberté » que l'Université accorderait aux futurs docteurs, rien ne l'obligerait « à l'imposer » aux futurs agrégés et aux futurs licenciés des collèges et des écoles primaires supérieures. L'enseignement secondaire et l'enseignement primaire supérieur continueront comme par le passé de désigner les certificats qu'ils exigent. Les jeunes gens qui, en plus du certificat de base, posséderont trois autres de ces certificats, auront la licence avec les prérogatives qui s'attachent à ce grade dans l'enseignement supérieur. Il n'y aura rien de changé, pour eux, à ceci près, que pour être licencié il faudra, en plus des trois certificats, le certificat de base. Mais je gage que cette obligation serait fort

(1) Il adoptera, par exemple, la combinaison : physiologie générale, chimie biologique, chimie physique, que M. P. JANET préconise et dont il propose de faire une quatrième licence, la *licence ès-sciences biologiques*. C'est là un groupement très rationnel. Mais entre une licence ès sciences biologiques cristallisée d'emblée sous cette forme et la licence ès sciences naturelles réduite selon les vues de M. JANET au vieux trépied : zoologie, botanique, géologie, il y a bien d'autres associations possibles et désirables, tel par exemple, l'ensemble : zoologie (ou botanique), biologie générale, physiologie générale, qui pour être moins physico-chimique que la nouvelle licence proposée, n'en serait pas moins biologique. La limite entre ces deux licences ne saurait être que tout à fait arbitraire et elle tendrait plus encore que le régime actuel à isoler les uns des autres, au détriment de leur formation, morphologistes et biologistes, observateurs et expérimentateurs.

(2) Pour les docteurs en médecine, vétérinaires, pharmaciens, ingénieurs agronomes, agrégés des sciences de l'enseignement secondaire féminin, professeurs de sciences de l'enseignement primaire supérieur, jeunes gens admis au concours de l'École normale supérieure et des bourses de licence du groupe 2.

(3) Je vise surtout ici les couples de certificats science pure-science appliquée correspondante. Ex. botanique générale-botanique agricole.

Digitized by Google

bien vue de l'enseignement secondaire et de l'enseignement primaire. N'exigent-ils pas déjà, celui-ci, le P. C. N. S. dans la licence qui ouvre l'accès des écoles primaires supérieures et des écoles normales, celui-là le P. C. N., en plus de la licence, des candidats à l'agrégation des sciences naturelles? Et l'enseignement secondaire ne projette-t-il pas en ce moment même, la création d'un « Certificat de l'enseignement secondaire » pour sélectionner ses professeurs de collège, plaidant que la licence seule n'est pas une garantie suffisante de l'aptitude de ses titulaires à donner les enseignements scientifiques variés que l'on réclame d'eux dans les petits établissements. Ne vaudrait-il pas mieux, plutôt que de compliquer encore, et surtout de particulariser l'arsenal des examens et concours, amender la licence par l'obligation du P. C. N. S.? Et ne devrait-on pas enfin en exiger la partie sciences naturelles des professeurs de physique qui dans beaucoup d'établissements enseignent ces sciences sans les avoir jamais cultivées? (1)

3° Le libre choix est contraire aux exigences de la culture générale. Il aboutira dans la plupart des cas à une spécialisation prématurée. Certes, en l'état actuel des choses ce serait là un argument dirimant. L'obligation du P. C. N. S. en détruit la valeur et réalise un progrès considérable par rapport au présent. Étant reconnu que l'on ne peut plus aujourd'hui être un naturaliste complet, à la fois géologue et biologiste, il faut choisir. Il ne s'agit plus dès lors que de grouper des spécialités. Allons-nous mettre en balance les vertus éducatives de celles que représentent les divers certificats? Comment trancherons-nous la question de savoir si, par exemple, pour un zoologue ou un botaniste, la géologie est plus éducative que la physiologie ou la chimie biologique? Ou faute de pouvoir résoudre ces problèmes particuliers, allons-nous décréter que, sous prétexte d'étendre ou de diversifier les connaissances, il faut grouper des spécialités aussi disparates que possible, laissant à l'étudiant, le soin qu'il négligera le plus souvent, d'entreprendre avant d'aborder la recherche, la préparation de certificats supplémentaires pour reconnaître le terrain qu'il voudra explorer? Ou bien livrerons-nous plutôt à son bon sens le choix de ses études en nous bornant à lui indiquer des directions sans lui opposer de barrières? Les groupements qu'il adoptera seront-ils moins rationnels ou moins éducatifs que ceux qu'on lui impose aujourd'hui? Une préparation mieux équilibrée en vue de la recherche sera-t-elle nécessairement au détriment de sa culture. Ne lui sera-t-il pas, au contraire, plus facile que maintenant, d'allier aux disciplines qui développent l'esprit d'observation celles qui inculquent l'esprit expérimental, et d'associer ainsi deux formations qui sont la marque et la condition d'une culture scientifique, sinon d'une culture générale?

Édouard CHATTON,
Professeur à l'Université de Strasbourg.

(1) Il y aurait beaucoup à écrire sur l'enseignement des sciences naturelles dans les lycées et collèges, la manière de l'y donner, le rôle qu'il y devrait jouer dans le développement de l'esprit d'observation, du sens de la matière et des réalités, de l'aptitude à manier la plume sobrement et le crayon proprement pour décrire les formes et les structures, expliquer les fonctions.

Ceci venant en plus des connaissances que tout homme cultivé doit posséder sur lui-même, la vie et la nature

LES GRANDES THÉORIES PHYSIQUES D'APRÈS M. ÉMILE MEYERSON (1)

Le problème de la valeur et de la signification des théories physiques est certainement un de ceux qui ont fait l'objet des discussions les plus retentissantes depuis un siècle dans les milieux scientifiques et philosophiques. L'interprétation la plus couramment admise depuis la fin du XIX^e siècle, qui a été, avec des nuances diverses, celle de Henri Poincaré, de Duhem, de M. Édouard Le Roy, considère les grandes théories physiques comme simplement symboliques et n'ayant aucune prétention à représenter la réalité, mais visant seulement à nous fournir des moyens d'action « commodes ». Cette conception dérive d'ailleurs du *positivisme* d'Auguste Comte, système d'après lequel toute recherche au sujet de l'être même des choses est vaine et condamnée d'avance. Réprouvant toute « métaphysique », Comte basait en effet sa philosophie scientifique sur ces deux bases « science d'où prévoyance » et « prévoyance d'où action ».

Cette interprétation a été récemment combattue par M. Émile Meyerson, dont les études et les ouvrages ont produit une grande impression dans le monde philosophique. Parti de la science expérimentale — il a commencé sa carrière dans des laboratoires de chimie théorique et industrielle — M. Meyerson a consacré plus de quarante ans de sa vie à étudier les questions philosophiques se rattachant à la connaissance humaine en général, et à la connaissance scientifique en particulier.

(1) Cet article est extrait de l'ouvrage *Une nouvelle philosophie scientifique, par* M. EMILE MEYERSON, en préparation à la librairie F. Alcan.

Digitized by Google

Ses grands ouvrages, *Identité et réalité* (1), *De l'explication dans les sciences* (2) et *La déduction relativiste* (3) sont à la fois des monuments d'érudition et des exposés clairs, précis, convaincants, d'idées neuves et originales. Il y développe cette pensée, opposée aux systèmes positivistes et pragmatistes, que la science a besoin d'un minimum de métaphysique : la conception des principes scientifiques « symboliques » ou « commodes » peut suffire aux exposés faits après coup, mais le savant qui *fait la science* a besoin de croire à la réalité des choses qu'il considère, à leur existence indépendante de l'esprit. De plus, il ne peut se contenter d'établir (comme le prétendent les positivistes) de simples relations entre les choses, des *lois naturelles ;* il recherche avant tout une *explication* des phénomènes. Or expliquer un état actuellement existant, c'est trouver dans les antécédents tout ce qui est nécessaire pour en rendre compte, c'est donc en réalité y retrouver cet état lui-même, sous une forme quelque peu différente, comme on trouve à l'origine d'un mouvement l'énergie potentielle qui l'a provoqué et qui s'est conservée tout en se manifestant sous une autre forme ; encore reste-t-il à expliquer pourquoi cette énergie est passée de la forme « potentielle » à la forme « cinétique »..... On voit par cet exemple que toute explication consiste à trouver une *équivalence* entre l'état antérieur et l'état postérieur, autrement dit quelque chose *qui se conserve*. Et dans la mesure où il subsiste des différences entre ces deux états, il subsiste en même temps de l'inexpliqué, ou de l'*irrationnel*, pour prendre l'expression de M. Meyerson.

L'auteur d'*Identité et réalité* a étayé ses thèses d'un grand nombre d'exemples pris à toutes les théories scientifiques et philosophiques du passé. Parmi celles-ci, les plus frappantes sont certainement les théories mécanistes.

Le mécanisme

« En parcourant, dit M. Meyerson (4), un livre de vulgarisation scientifique ou de philosophie matérialiste (citons, en guise d'exemple, les *Enigmes de l'Univers* d'Ernest Haeckel, le célèbre biologiste), on pourrait concevoir l'idée que la théorie mécanique est une conception logique, complète et achevée, applicable directement sinon à la totalité, du moins à l'immense majorité des phénomènes naturels. Mais il suffit d'y regarder d'un peu plus près pour s'apercevoir que c'est là une illusion. »

En ce qui concerne les sciences biologiques, si quelques progrès ont été réalisés surtout dans les dernières années, « ce qui a été fait est relativement peu de chose en regard de ce qui reste à faire ».

Dans les sciences de la nature inorganique elle-même, que de points encore obscurs... A mesure que les difficultés se lèvent dans certains domaines que les progrès de la science théorique éclaircissent, d'autres surgissent qui paraissent au premier abord insolubles. Bien plus, il y a des obstacles à la déduction totale du monde par le mécanisme, qui tiennent à la nature même de ce système.

En effet, le mécanisme, qui prétend expliquer la nature par l'espace et le mouvement, selon la formule de Descartes, revêt généralement la forme de l'*atomisme*. Et cette doctrine, aussi bien sous la forme donnée par Leucippe et Démocrite que sous son aspect actuel, part de l'hypothèse de particules très petites dont les mouvements doivent expliquer tous les phénomènes visibles à notre échelle. Or les constatations les plus banales comme les plus précises montrent que ces phénomènes varient dans l'espace et dans le temps ; il faut donc de toute nécessité que les mouvements puissent se transmettre de particule à particule ; c'est le problème de l'*action transitive*. Il y a là une sorte de mystère qui résiste à toute explication scientifique. On a longtemps supposé, en effet, que ces mouvements se transmettaient de molécule à molécule comme d'une boule de billard à une autre, par le choc. Mais justement il est classique de rattacher les mouvements des boules de billard à la théorie de l'élasticité, cette dernière théorie devant elle-même être expliquée par la constitution moléculaire des corps solides. L'action mécanique par le choc, à l'échelle atomique, ne peut se *déduire* d'autre chose... à moins de supposer des sous-atomes, ce qui ne fait que reculer la question.

Les théories modernes ne parlent pour ainsi dire plus de chocs de molécules, mais plutôt d'actions de gravitation (ou électromagnétiques) s'exerçant à distance (avec propagation à vitesse finie) de molécule à molécule et même d'électron à électron. Inutile de dire que c'est la simple substitution d'un inexplicable à un autre. Pourquoi le milieu intermédiaire (qu'il s'appelle espace, éther ou espace-temps) se déforme-t-il sous l'action de particules matérielles? Pourquoi transmet-il cette déformation à d'autres particules situées à une certaine distance des premières? Comment, enfin, le premier branle a-t-il été donné au fourmillement de particules qui constitue notre Univers? Autant de points qu'il faut renoncer à faire sortir d'un raisonnement déductif quelconque. L'atomisme est donc loin d'expliquer le fond des choses.

(1) Alcan, 1908, 3e éd., 1926.
(2) Payot, Paris, 1921.
(3) Payot, Paris, 1925.
(4) *Identité et réalité*, p. 55.

Digitized by Google

D'où vient donc la fortune de l'atomisme? A l'heure actuelle on peut la justifier par des raisons d'ordre expérimental. L'ouvrage de M. Jean Perrin, *Les Atomes*, affirme ces raisons en les étayant sur la convergence remarquable de treize séries d'expériences concordantes. Mais il y a à peine une vingtaine d'années que les principales de ces expériences ont été faites ; et cependant le succès de l'atomisme auprès des philosophes et des penseurs en général date de l'aurore de la philosophie grecque. Comme disait Cournot (1), « aucune des idées de l'antiquité n'a eu une plus grande, ni même une pareille fortune. Il faut que les inventeurs de la doctrine atomistique soient tombés, de prime abord, ou sur la clef même des phénomènes naturels ou sur une conception que l'esprit humain suggère inévitablement ».

C'est la seconde éventualité qui est la vraie, M. Meyerson l'établit par un ensemble d'arguments qui ne laisse place à aucun doute. Les savants et les philosophes mécanistes, depuis Descartes et Leibniz jusqu'à Lord Kelvin et Maxwell ont affirmé maintes fois le caractère *a priori* de leurs conceptions, allant jusqu'à faire du rapprochement entre les phénomènes naturels et la mécanique la définition même de la science.

En réalité l'esprit humain voudrait, pour être pleinement satisfait, qu'il n'y eût de diversité ni dans l'espace, ni dans le temps. C'est la conception de Parménide : le monde réduit à une sphère homogène et immuable ; seulement, comme dit M. Meyerson (1), « c'était une théorie consistante en soi, mais en désaccord avec les faits attestés par les sens, qui nous montrent la production et la destruction, le mouvement et la pluralité des êtres ». Aussi les premiers atomistes, Leucippe et Démocrite, imaginèrent-ils de fragmenter l'être « un, permanent et immobile » des Éléates : ils introduisaient ainsi une donnée inexpliquée, à savoir la *diversité dans l'espace ;* mais c'était là un minimum indispensable et ils espéraient n'avoir pas besoin d'autre chose comme base à leur explication de l'univers.

Comme dit M. Meyerson (2), « ce n'est pas parce que nous comprenons le corpuscule que nous le choisissons comme point de départ. Ce que nous postulons, c'est la persistance de quelque chose. Parmi les choses dont nous pouvons postuler la persistance, la moins incompréhensible, la plus proche de notre sensation immédiate ou plutôt de ce sens commun qui crée le monde extérieur est le corpuscule matériel ; c'est donc de là que nous partirons. Il est incompréhensible au fond, dites-vous? D'accord, mais pouvez-vous nous offrir un point de départ plus solide? Sinon, nous nous en tiendrons à celui-là — car il nous faut à tout prix quelque chose qui subsiste — et, en négligeant entièrement ce qu'il recèle d'inexplicable et de contradictoire au fond, nous essaierons d'expliquer, avec son aide, le monde sensible ».

Cela est si vrai que l'on a vu surgir et se développer, pendant les premières années du XX^e^ siècle, la théorie « électrique » de la matière, due surtout à J.-J. Thomson ; cette théorie considérait la particule élémentaire, l'électron, constituant ultime de la matière, comme n'ayant rien de *matériel* à proprement parler, puisque cet électron était considéré comme formé *uniquement* d'une petite quantité d'électricité localisée dans un espace restreint. Or, si un corpuscule de matière est « incompréhensible au fond », comme dit M. Meyerson, l'électron formé uniquement d'une certaine quantité d'électricité est plus incompréhensible encore, si c'est possible. Cependant on n'hésitait pas à dire qu'il fallait expliquer l'univers entier au moyen des électrons ainsi entendus — *obscurum per obscurius...*

La théorie électrique n'est plus en faveur, au moins sous cette forme, mais le fait qu'elle ait pu se développer pendant un certain nombre d'années sans heurts et même avec l'approbation générale du monde savant montre combien est exacte et profonde l'interprétation donnée par M. Meyerson des théories atomistes et mécanistes en général : on les adopte faute de mieux, parce qu'on veut satisfaire la tendance causale, *parce qu'il faut à tout prix quelque chose qui subsiste.*

Les théories non mécaniques

Le mécanisme laisse de côté dans ses explications un côté fort important des phénomènes, qui est justement celui par lequel ils parviennent à notre connaissance : la *sensation*, en elle-même, y demeure inexpliquée. Or les « données immédiates de la conscience », comme l'a si bien montré M. Bergson, sont de l'ordre de la qualité. Par suite de certaines conventions, basées sur les apparences sensibles elles-mêmes, nous arrivons à classer ces impressions suivant certains degrés d' « intensité », de « hauteur » (pour les sons), etc., et nous cherchons à rattacher ces degrés divers à des origines hypothétiques quantitatives. Ainsi nous arrivons facilement à définir ce que nous entendons par un éclairement plus grand ou plus faible qu'un autre, un son plus ou moins intense qu'un autre : il suffit de se placer à distance égale des objets à comparer,

(1) Cournot, *Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans la science et dans l'histoire*, p. 215, cité par Meyerson, *Identité et réalité*, p. 96.

(2) *Identité et Réalité*, p. 102.

Digitized by Google

et de se fier au témoignage des yeux ou des oreilles. La hauteur d'un son, c'est-à-dire le degré plus ou moins grave ou aigu de ce son, peut être atteinte d'une manière aussi directe. Mais si nous voulons arriver à des définitions quantitatives proprement dites, c'est-à-dire si nous voulons préciser ce que nous entendrons par un éclairement ou une intensité sonore double, triple, etc., d'un autre, il nous faut passer par l'intermédiaire de conventions nouvelles, basées sur des hypothèses touchant le mode de production de la lumière ou du son (1) et non plus sur de simples comparaisons sensorielles. Il y a donc un *saut dans l'hypothèse* entre la notion de degré d'intensité, qui nous est fournie par les sens et qui ne nous conduit jamais qu'à des échelles de comparaison, et la notion proprement dite de quantité, qui comporte la définition de grandeurs doubles, triples, etc., les unes des autres.

Il y a même beaucoup de qualités, comme les couleurs, les saveurs, les odeurs, etc., pour lesquelles nos sens sont incapables de nous fournir directement des échelles de comparaison, du moins lorsqu'il s'agit de couleurs, de saveurs, etc., différant les unes des autres sous certains rapports bien déterminés. Ainsi nous pouvons ranger dans un certain ordre diverses colorations bleues plus ou moins foncées, mais nous ne saurions trouver directement dans le sens de la vue les éléments nécessaires pour classer entre eux un bleu, un rouge, un jaune et un violet, pas plus que nous ne saurions, en nous basant uniquement sur le sens de l'odorat, ranger dans un ordre déterminé l'odeur de la rose, celle du jasmin et celle de l'héliotrope. Et l'ordre des couleurs « du spectre » ou « de l'arc-en-ciel », qu'on observe généralement pour classer les couleurs entre elles, est quelque chose de si peu naturel que nous avons l'impression d'en pouvoir choisir sans inconvénient un autre, par exemple : bleu, violet, rouge, orangé, jaune, vert (2).

Ici donc, pour passer de la sensation à son origine, qui, d'après les affirmations de la science moderne, doit être mesurable quantitativement, le saut dans l'hypothèse est encore plus marqué, parce que le fossé à franchir est plus large, tout en étant aussi profond.

Il suit de là que si on veut, conformément aux méthodes d'explication de la science moderne, redescendre depuis les hypothèses fondamentales jusqu'à la sensation (c'est là le chemin inverse de celui dont il vient d'être question), on trouvera encore, au retour, ce fossé à franchir. On pourra, certainement, établir une correspondance point par point entre les deux bords du fossé : on dira par exemple que la sensation « rouge » correspond à des longueurs d'ondes électromagnétiques avoisinant $0^{\mu}8$, que la sensation « violette » correspond à $0^{\mu}4$, mais cette correspondance elle-même sera certainement inexplicable à tout jamais. C'est ce que M. Meyerson appelle l' « irrationnel de la sensation ».

Mais on peut essayer de procéder autrement. Comme dit M. Meyerson (1), pour expliquer le changement d'état d'un corps « nous pouvons prétendre qu'à la substance du corps s'en est jointe une autre, invisible mais préexistant autre part. Si nous appliquons cette méthode d'explication au phénomène calorique, nous aboutirons à la théorie de la chaleur-fluide. En général, nous édifierons des théories d'une classe différente de celle des théories mécaniques et qu'on peut désigner sous le nom générique de *théories de la qualité* ».

C'est le sens commun qui fait la base de ces théories. Il constitue d'ailleurs lui-même un véritable système philosophique, une ontologie qui s'ignore, comme M. Jourdain ignorait qu'il faisait de la prose... Le sens commun est la première des théories de la qualité.

Pour l'homme qui se fie au sens commun, en effet, les qualités sensibles comme les couleurs sont considérées comme ayant une existence objective ; il ne nie pas qu'il puisse y avoir, dans certains cas, des variations dans les apparences du même objet, suivant le milieu interposé, la constitution des organes de l'observateur, etc., mais alors il distingue entre les couleurs « vraies » et les « illusions d'opti-

(1) Dans les deux cas envisagés (éclairement et intensité sonore), les conventions pratiquement adoptées reviennent à prendre pour base la notion d'énergie (énergie lumineuse ou énergie sonore) telle qu'elle résulte des théories actuellement en vigueur. L'intensité d'un son est double, triple de celle d'un autre son lorsque la dépense d'énergie sonore correspondante est double ou triple. L'éclairement d'une tache lumineuse, d'une manière analogue, est double d'un autre éclairement lorsque la quantité d'énergie reçue par unité de surface est double. Il existe aussi une notion d'*intensité lumineuse* qui est l'analogue, en ce qui concerne les sources lumineuses, de la notion d'intensité sonore, et qui est basée sur l'énergie électromagnétique émise par la source.

(2) On compare souvent les différentes couleurs du spectre à des notes de musique différentes. Au point de vue de la sensation, il y a une très grande différence, car nous savons facilement ranger dans un ordre bien déterminé, suivant leur « hauteur », une série de notes plus ou moins graves ou aiguës. Il semble d'ailleurs que, si on considère une région *limitée* du spectre, l'incertitude sur le classement des colorations diminue : ainsi il paraît aussi facile (et aussi « naturel ») d'attribuer des numéros d'ordre à une gamme de nuances vertes échelonnées du vert-jaune au vert-bleu, que de ranger par ordre de « hauteurs » croissantes différentes notes de musique. Les différences entre la vue et l'ouïe à ce point de vue viennent sans doute de la constitution des organes : la théorie de Helmholtz, qui supposait dans la rétine des organes différents pour les différentes régions du spectre, expliquait assez bien ces différences.

(1) *Identité et réalité*, 3e éd. p. 365.

Digitized by Google

que ». Il accorde sans doute qu'il peut y avoir des objets qui *paraissent* verts, mais il soutient qu'il y en a d'autres qui sont *réellement* verts ; tout objet, du reste selon lui, a des couleurs « réelles », ce sont celles que voit un homme normal dans les conditions moyennes de nos habitudes familières.

D'après certains philosophes scientifiques, l'ontologie de la science ne devrait jamais s'écarter du sens commun. C'était bien là, semble-t-il, la pensée d'Auguste Comte lorsqu'il parlait des « grossières mais judicieuses indications du bon sens vulgaire, véritable point de départ éternel de toute sage spéculation scientifique » (1). Duhem, qui avait fondé sa *théorie physique* sur l'idée d'une séparation bien nette entre les faits « concrets » et les faits « théoriques », affirmait avec force que « d'une manière médiate ou immédiate, toute assurance de la vérité nous vient du bon sens » (2).

Cependant il est impossible de s'en tenir exactement aux conceptions trop grossières du réalisme du sens commun, ne fût-ce, par exemple, qu'au sujet de la dimension des astres ou de l'existence des antipodes. Mais on cherche toujours à s'en écarter au minimum, et *on le suit constamment, tant qu'on ne juge pas impossible de le faire.* Seulement, comme on est obligé de prévoir qu'à un moment donné il faudra bien abandonner ce guide, on peut *a priori* manifester des préférences dans le choix des éléments qu'on désire conserver. Et les *théories de la qualité* se distinguent des autres, notamment du mécanisme, par leur attachement aux *qualités* des objets, que le sens commun extériorise telles quelles à partir de nos sensations (3).

Comment doivent se comporter les qualités en question lors d'un changement d'état? Le sens commun nous donne la réponse pour certaines de ces qualités. Tels sont, par exemple, la chaleur et le froid, qui se communiquent d'un objet à un autre. Assurément il n'en est pas de même de toutes les qualités, et quand un corps cesse d'être rond, personne, selon la juste remarque de Condillac (1), ne demande ce qu'est devenue sa rondeur. Mais la chaleur, elle, *passe* d'un corps à un autre par simple contact (conductibilité) ou par rayonnement. C'est un phénomène analogue qui a lieu pour l'*humidité*, qui paraît se transmettre d'un corps à l'autre, et même pour un grand nombre de couleurs, qui, en « déteignant », se communiquent d'un objet à un autre.

Que les propriétés des corps puissent ainsi se conserver en se transmettant, c'est là la base de toutes les théories qualitatives. Celles-ci distinguent d'ailleurs, en général, certaines qualités plus importantes que les autres, sans lesquelles l'objet considéré ne peut plus subsister en tant que tel, ce sont les qualités « substantielles », alors que d'autres, moins importantes, peuvent varier plus facilement, ce sont les « accidents ». Les objets eux-mêmes, dans leur « substance », doivent être uniquement des combinaisons de qualités fondamentales ; si l'on objecte qu'il faut bien appliquer ces qualités à quelque substrat matériel, quand ce ne serait que pour les situer dans l'espace et dans le temps, on répondra qu'elles « informent » (c'est-à-dire qu'elles donnent une *forme* à) une *matière première* indifférenciée, qui est bien ce qu'on peut imaginer de plus *dépouillé* à tous les points de vue.

Ce genre d'explication convient bien aux qualités qui paraissent se transmettre, comme celles qui ont été citées plus haut. Mais il en est d'autres qui surgissent sans que rien ne les ait préparées, au moins en apparence. Ainsi on sait qu'en Chimie les « combinaisons » sont caractérisées par l'apparition de propriétés physiques et chimiques entièrement nouvelles (alors que dans un simple *mélange* ces « qualités » se conservent pour chacun des corps mélangés). Il y a bien d'autres cas encore, dans les chapitres de la Physique les plus divers et notamment en Optique et en Électricité, où l'on voit apparaître brusquement des phénomènes et des propriétés des corps que rien ne semble avoir préparés dans les événements qui les ont précédés. On imagine alors, dans les théories *de la qualité*, que ces propriétés existaient auparavant, mais sous une forme invisible et inaccessible à nos sens, *à l'état de puissance ;* lorsqu'elles nous apparaissent, c'est qu'elles sont passées de la « puissance » à l' « acte ». C'est là, comme le montre M. Meyerson, un subterfuge permettant de satisfaire à la tendance causale. Notons d'ailleurs que les théories modernes usent, elles aussi, du même subterfuge lorsqu'elles introduisent la notion d'énergie potentielle.

(1) A. Comte, *Cours de phil. positive*, III, p. 205, cité par Meyerson, *De l'explication*, p. 18.

(2) Duhem, *La Science allemande*, p. 17.

(3) Il faut donc bien noter qu'il les *extériorise*. Comme on l'a vu plus haut, le sens commun est une ontologie. Les qualités qu'il considère comme inhérentes aux choses, couleurs, chaleur, etc., portent le même nom que les sensations qui leur correspondent (et qui sont, à l'origine du moins, des données immédiates de la conscience) mais elles en sont séparées, en réalité, par un fossé aussi profond que celui dont il vient d'être question. Exactement, c'est *le même fossé*, car c'est celui qui existe entre l'être conscient et les modifications de cette conscience d'une part, et le monde extérieur d'autre part. Si le saut est plus facile à faire de cette manière, c'est que nous en avons une grande habitude, parce que nous le faisons à tout instant sans même nous en apercevoir. Mais c'est se leurrer que de croire que par ce trajet on évite le fossé. Au point de vue philosophique, la difficulté est la même.

(1) Condillac, *Logique*, *Œuvres*, XXI, p. 83, cité par Meyerson, *Identité et Réalité*, p. 369.

Digitized by Google

On reconnaît, dans l'ensemble de principes qui viennent d'être rapidement exposés, les bases de la doctrine d'Aristote, du *péripatétisme*. D'ailleurs, sur bien des points de sa doctrine, Aristote lui-même a expliqué de quelle façon il entendait l'appliquer au monde matériel. C'est ainsi qu'il admettait les quatre éléments d'Empédocle, mais en les faisant naître de la matière première, « informée » au point de vue qualitatif par les propriétés dont il a été question précédemment et qui s'appliquent à tous les corps, le *chaud* et le *froid*, le *sec* et l'*humide ;* de sorte qu'en combinant deux à deux ces quatre qualités, on obtient les quatre couples : froid-humide (eau), froid-sec (terre), humide-chaud (air) et sec-chaud (feu), qui sont justement les quatre éléments. Ces éléments à leur tour forment par leurs combinaisons tous les autres corps sublunaires (1).

C'est de conceptions analogues que s'inspirèrent les alchimistes, ainsi que leurs successeurs les chimistes du XVII^e^ et du XVIII^e^ siècle. Lorsque les propriétés que l'on obtient dans un corps au cours d'une expérience ne paraissaient pas venir directement d'un autre corps possédant à l'avance ces mêmes propriétés, on imaginait un « principe », une « vertu » qui subsistait antérieurement à l'état latent... Dignes continuateurs des alchimistes à ce point de vue étaient les médecins de Molière, avec leur *virtus dormitiva*, dont il reste encore des traces certaines dans les substances hypothétiques imaginées de nos jours pour expliquer les réactions du sang de l'homme et des animaux aux influences diverses qui peuvent s'exercer sur lui de l'extérieur... (2) On imaginait donc, en dehors de la « terre », qui était l'élément symbolisant les minéraux non métalliques, d'autres *éléments* comme le « mercure » qui représentait la métallicité et devait à ce titre se trouver à la base de tous les métaux, le « soufre » support de la combustibilité, et le « sel » principe de la solubilité dans l'eau.

Ces idées continuèrent à régner pendant longtemps : elles formaient encore, au XVIII^e^ siècle, les fondements de la théorie du phlogistique, que M. Meyerson a particulièrement et longuement étudiée. Après avoir joui d'une vogue immense, cette théorie a ensuite été exagérément décriée et M. Meyerson la réhabilite partiellement dans ses ouvrages (1). On sait qu'elle consistait essentiellement à considérer les « chaux » (c'est-à-dire ce que nous appelons les oxydes métalliques) comme des corps simples, et les métaux au contraire comme formés de l'union de ces chaux avec le fameux phlogistique. De cette façon, dans les phénomènes que nous appelons *réductions* et qui permettent de passer des chaux aux métaux, on admettait que les chaux *gagnaient quelque chose*, alors que nous savons qu'elles perdent en réalité un de leurs composants, à savoir l'oxygène, qui se dégage. Ce qui nous paraît convaincant, c'est qu'ils perdent du poids. Cependant on connaissait cette circonstance, au moins pour quelques-unes de ces réactions, et on n'en avait pas tiré de conclusions opposées à la théorie régnante : on s'était borné à introduire quelques hypothèses auxiliaires.

En réalité le phlogistique était considéré comme le principe de la métallicité ou le support de la combustibilité et il remplaçait dans ce rôle le « soufre » et le « mercure » des alchimistes. Dans bien des réactions d'ailleurs il semblait passer, sans se détruire, d'un corps à l'autre, et c'était évidemment là un motif sérieux de croire à son existence, puisque ce motif était basé sur la tendance explicative.

Lorsque Lavoisier voulut, après ses expériences où prédominaient les recherches quantitatives et les considérations de poids, combattre la théorie en vogue, il éprouva des résistances extrêmement vives, dont certaines, comme celles de Scheele, de Priestley et de Cavendish, ne désarmèrent jamais...

« Sacrifier le phlogistique, c'était abandonner définitivement une conception qui avait semblé d'abord évidente et indiscutable, à savoir que la similitude de propriétés indiquait la présence d'un élément commun, porteur de ces propriétés » (2).

Le mérite de Lavoisier n'en est que plus grand d'avoir, à l'encontre des idées régnantes, conçu la théorie qu'il a su faire triompher grâce à ses efforts continus et à son génie de théoricien et d'expérimentateur.

L'ÉNERGÉTIQUE

Depuis Lavoisier, les théories proprement qualitatives ont pour ainsi dire disparu du domaine de la science ; on ne peut, en effet, qualifier de scientifiques les *philosophies de la nature* de Hegel et de Schelling ou les idées de Gœthe, qui eu-

(1) D'après ARISTOTE, *Production et Destruction*, livre II, chap. II, et MEYERSON, *Identité et réalité*, p. 369.

(2) On imagine ainsi des *antitoxines*, chargées d'expliquer l'immunité vis-à-vis des microbes ou des produits de sécrétion de ceux-ci, des *lysines* pour expliquer la dissolution ou *lyse* de matières ou bactéries, des *précipitines* pour rendre compte des précipitations observées, des *agglutinines*, etc. Le Dantec demandait à ce propos si on ne ferait pas mieux de créer tout simplement des *phénoménines*, qui seraient, d'une façon tout à fait générale, chargées d'expliquer tous les phénomènes quels qu'ils soient.

(1) Au sujet de la théorie du phlogistique et de la révolution opérée dans la Chimie par Lavoisier, voir *Identité et réalité*, pp. 180-183, 246-248, 377-388 et *De l'explication*, I, pp. 76-80 et II, pp. 386-402.

(2) *Identité et réalité*, pp. 378-379.

Digitized by Google

rent en leur temps un grand succès dans les milieux philosophiques, mais n'exercèrent aucune influence sur la marche de la science (1). Toutefois une théorie récente mérite d'attirer notre attention à ce sujet, c'est la *théorie énergétique*, qui a été présentée par ses protagonistes comme opposée aux conceptions mécanistes; ce n'était pas à proprement parler une théorie qualitative au sens ordinaire du terme, néanmoins elle se rattachait, par plus d'un trait, à celles qui ont été étudiées précédemment. Le principal protagoniste de ce système scientifique était le chimiste allemand Ostwald.

Dans cette théorie, l'énergie était, bien entendu, regardée comme immuable au total; les autres grandeurs qui d'après la physique moderne doivent se conserver étaient le résultat d'une décomposition artificielle de l'énergie. Ainsi la masse, la quantité de mouvement, la quantité d'électricité, qui prenaient le nom générique de « capacités ». Malheureusement l'entropie, qui elle aussi aurait dû être une « capacité » (d'après les règles fixées par Ostwald pour la détermination de ces quantités), ne reste pas constante et même croît constamment, ainsi que le montre le principe de Carnot. Ostwald tentait de s'en tirer en assimilant les autres capacités, masse, quantité de mouvement, etc., à l'entropie : il se pourrait, disait-il, que les lois de conservation jusqu'ici admises ne soient qu'approchées et masquent une lente évolution dans une direction toujours la même. Mais alors cette évolution ne serait nullement expliquée : Ostwald lui-même la qualifiait d' « irrégularité dans l'image du monde » (2). « En réalité, dit M. Meyerson (3), la logique de son système exige plutôt une assimilation en sens inverse : c'est l'entropie qui devrait se comporter comme la masse et la quantité de mouvement et se conserver indéfiniment. En d'autres termes, l'accroissement de l'entropie étant le grand ressort du changement, *il ne devrait pas y avoir de modification dans le temps*. C'est bien, nous l'avons vu, la formule de toutes les explications ».

M. Meyerson remarque, en outre, que par sa théorie énergétique, Ostwald contrevenait aux principes positivistes qu'il prétendait, par ailleurs, imposer à la Science et aux savants. C'est là un cas tout à fait général, tout homme qui se dit positiviste étant en réalité un métaphysicien qui s'ignore. Ici le fait est flagrant : le chimiste allemand affirmait en effet que les lois seules suffisaient pour l'explication des phénomènes et que l'unique formule du principe de causalité était : « Si l'on établit les mêmes conditions, le phénomène se déroulera de la même manière » (1). Et cependant, « plus et mieux que les atomes de n'importe quel théoricien mécaniste, l'énergie du savant de Leipzig est un véritable être ontologique, une chose en soi. Elle existe absolument, indépendamment de toute autre chose, embrassant la substance et l'accident, l'espace et la cause, étant elle-même sa propre cause, *causa sui*, et causant le monde phénoménal tout entier. Le fait qu'un esprit aussi éminent que M. Ostwald, en dépit de sa profession de foi si nette, n'ait pu se cantonner dans le domaine de la loi pure, qu'il ait cherché, en dehors de celle-ci, à constituer un véritable système d'*explications* est certes des plus significatifs. Et il est également digne de remarque qu'une fois sorti de la stricte légalité, il ait aussitôt adopté comme fondement de sa théorie un concept immuable dans le temps, une *constance* » (2).

(1) M. Meyerson rappelle cependant (*Identité et réalité*, p. 396) que les « philosophies de la nature » ont inspiré Oersted, à qui est due la découverte de l'électromagnétisme. Mais c'est là une influence bien indirecte. D'une façon générale, on peut dire que l'immense majorité des savants les a traitées par le mépris.

(2) OSTWALD, *Vorlesungen über Naturphilosophie*, p. 281, cité par MEYERSON, *Identité et réalité*, p. 401.

(3) *Identité et réalité*, p. 401.

CONCLUSION

De cette rapide revue des théories, mécaniques ou non mécaniques, scientifiques ou extra-scientifiques, que les hommes ont édifiées depuis toujours pour rendre compte des phénomènes naturels, nous devons tirer des conclusions en accord complet avec la philosophie scientifique de M. Meyerson. Toutes ces théories en effet visent à nous présenter des images d'un monde extérieur existant par lui-même en dehors de l'esprit qui les considère. Elles partent, dans ce but, des données du sens commun, qui sont les premiers éléments de réalité extérieure dont nous disposions, et elles se servent de ces données, les conservant en partie chaque fois que c'est possible, les transformant ou les remplaçant par d'autres lorsque leur maintien est impossible, mais toujours en demeurant dans le domaine des choses extérieures à l'esprit; elles se gardent même de tout contact possible avec ce qui pourrait être *déformé* par l'esprit, et chaque fois que la possibilité d'un tel contact est signalée, elles s'en éloignent avec une sorte de répulsion.

Par ailleurs, l'image du monde qu'elles nous offrent présente le maximum d'identité dans le temps : les phénomènes, les changements de position ou d'état que nous constatons y sont présentés comme des apparences masquant la permanence foncière des choses. Dans ces théories,

(1) OSTWALD, *Vorlesungen*, p. 302.

(2) MEYERSON, *Identité et réalité*, p. 400.

Digitized by Google

tout ce qui est essentiel se conserve, et réciproquement ce qui ne se conserve pas est traité comme de minime importance, comme un faible résidu inexpliqué qu'on espère réduire un jour. Aussi toute théorie nouvelle éprouve-t-elle de nombreuses résistances de la part des hommes habitués aux anciennes explications. Non pas surtout parce qu'il faut admettre l'existence de faits nouveaux, car cela, c'est relativement facile; mais comme il faut changer les bases de l'explication, c'est-à-dire envisager la permanence d'autres objets, il faut en même temps considérer comme primordial ce qu'on avait jusqu'alors traité de quantité négligeable, et comme secondaire ce qu'on avait considéré comme essentiel (1); autrement dit, adorer ce qu'on avait brûlé, brûler ce qu'on avait adoré. C'est là l'explication des oppositions à la théorie de Lavoisier, les phlogisticiens refusant d'accorder aux considérations de *masse* l'attention qu'ils avaient jusqu'alors réservée aux *qualités*, combustibilité, propriétés métalliques... C'est là le secret de toutes les résistances aux progrès scientifiques en général...

En résumé, conformément aux idées exprimées avec tant de netteté par M. Meyerson, toutes les théories visent à expliquer le monde par la considération d'un minimum de *choses*, extérieures à l'esprit, et de choses *qui se conservent*.

André METZ.

NÉCESSITÉ DE L'EXPLORATION SCIENTIFIQUE DES MERS AUSTRALES

I. « MERS AUSTRALES », OU PLUTOT « OCÉAN AUSTRAL»

Considérez sur une carte générale, planisphère ou mappemonde, la partie de notre terre située au sud des trois grands Océans, dans la zone où se mélangent largement les eaux de ces trois océans, et où pourtant on ne se trouve pas encore dans la région du pôle. Ou plutôt, examinez un globe terrestre, car c'est là seulement que paraissent les proportions et les positions vraies : il n'y a que le globe pour guérir notre œil de la déformation des projections. De plus, pour fixer les idées, concentrez votre attention sur l'espace compris entre le 35e et le 60e degré de latitude sud, en vous souvenant cependant que ces lignes n'ont aucune valeur de démarcation précise et qu'elles jalonnent seulement des zones de transition. C'est cet espace que nous appelons les *mers australes*. Il est, en effet, presque tout entier maritime. Il n'y a pas une zone de la planète où il y ait si peu de terres émergées. Si nous retranchions la pointe sud de l'Amérique, la Tasmanie et la Nouvelle-Zélande, nous ne trouverions, sur ces vingt-cinq degrés de latitude, que des groupes d'insignifiants îlots à d'énormes distances les uns des autres. Toutes les terres réunies de la zone ne font que deux millions et demi de kilomètres carrés (pas cinq fois la France),contre 72 millions de kilomètres pour les mers, superficie égale à celle de l'Atlantique tout entier. Voilà l'immense étendue des mers australes. Elles sont en grande partie inconnues. Le grand mouvement de reconnaissance scientifique du globe, commencé il y a quatre cents ans et si fort accéléré depuis un siècle par la puissance accrue de nos moyens d'observation, les a à peine atteintes.

Cependant, ce que nous en savons déjà, d'une manière non douteuse, nous autoriserait à substituer à la notion indéterminée de mers australes la notion plus précise d'un Océan particulier. Un Océan qui, d'une part, se distinguerait des trois grandes masses de la *Weltmeer*, et qui, de l'autre, ne se confondrait pas avec la lisière marine glacée du Continent antarctique. Plusieurs fois déjà, par intermittences, la notion de l'Océan austral a été admise. On trouve ce nom, bien placé, sur le planisphère dressé par Beautemps-Beaupré, à la fin du XVIIIe siècle, pour illustrer le voyage du *Solide*. Mais, à cette époque, on n'avait pas, pour justifier ce nom particulier, des raisons suffisantes. Nous en avons maintenant, il convient que nous en disions quelques mots.

Ce n'est pas un travail inutile. Ce n'est pas le vain plaisir de mettre un nom de plus sur la carte. La nomenclature géographique, quand elle est vide de sens, ne mérite guère une bonne presse, nous nous gardons bien dans ce cas de plaider pour elle. Mais, quand elle est riche de signification, elle mérite autant d'égards que tout classement scientifique. C'est le cas ici. La géographie, étant une science naturelle, peut tout aussi bien que les autres faire ce que Cuvier leur assignait à toutes comme but suprême : « nommer, étiqueter, décrire ». Pour nous, la tâche déterminée par Cuvier est trop modeste, nous avons l'ambition d'aller plus loin, mais c'est tout de même par là qu'il faut commencer. Le classement une fois établi et les

(1) Remarquons que le mot *essentiel* a une double signification : dans le langage de la philosophie classique, il caractérise ce qui a rapport à l'essence, c'est-à-dire ce qui subsiste ou se conserve. Dans le langage ordinaire, il exprime l'importance capitale attachée à un objet. Si le second sens est dérivé du premier, c'est parce que l'esprit humain, dirigé par la tendance explicative, considère comme important ce qui demeure et comme secondaire ce qui change...

Digitized by Google

descriptions bien faites, la géographie ira plus loin, comme les autres sciences naturelles, quand elle le pourra.

La Commission de Londres de 1845, suivant les directives proposées autrefois par Carlet-Fleurieu, des énormes icebergs détachés des glaciers antarctiques, et assez puissants pour parvenir parfois, au bout de leurs longs voyages, à la lisière des eaux chaudes ; 3° la longueur et la hauteur des houles et des vagues forcées, qui dépassent parfois tout ce

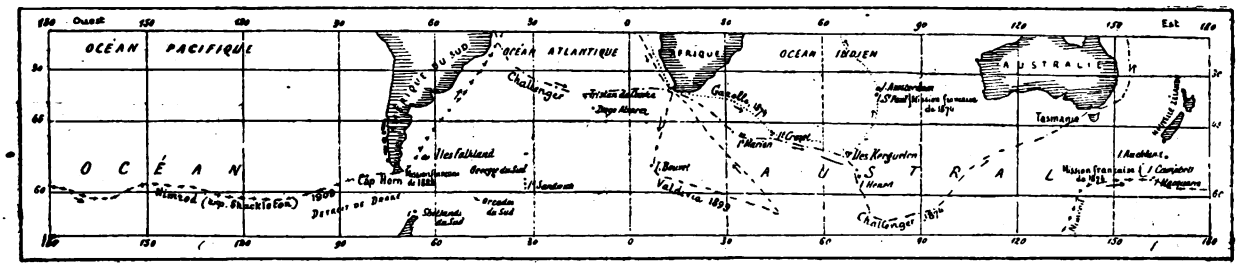


Fig. 300.

a fixé pour les Océans des démarcations conventionnelles qui sont encore aujourd'hui généralement adoptées. Elle a prolongé vers le sud l'Océan Atlantique, l'Océan Pacifique et l'Océan Indien jusqu'au cercle polaire antarctique ; entre les trois océans, sur les zones où ils se mélangent, les limites sont données par les méridiens du cap Horn, du cap de Bonne Espérance et du cap sud de Tasmanie.

Mais la Commission de 1845 prenait ses décisions juste à l'heure où naissaient ou bien allaient naître deux sciences nouvelles, la météorologie et l'océanographie, dont les données synthétisées, si incomplètes qu'elles soient, permettent déjà de distinguer des trois grands Océans leur zone de communication, et de distinguer aussi celle-ci des zones glacées. Par là se justifie la notion de l'Océan austral telle à peu près que nous l'avons définie : la zone marine du 35e au 60e de latitude sud.

Pour la météorologie, c'est la zone des vents de la partie ouest, dominants sur tout le pourtour de la planète ; ou, plus exactement, la zone des lits de dépression permanents ou à giration cyclonique (dans le sens des aiguilles d'une montre pour l'hémisphère austral), qui font suite vers le Sud aux zones de haute pression particulières à chacun des grands Océans. Des unes aux autres la transition se fait du 35e au 37e lat. S. Tant qu'on est dans les hautes pressions, on est indubitablement dans l'un ou l'autre des grands Océans ; dès qu'on n'y est plus, on se trouve dans la zone de communication de l'Océan austral, interrompue sur tout le pourtour de la planète.

Pour l'océanographie, l'Océan austral se définit par trois faits : 1° un mouvement général des eaux de surface aux détails très complexes, avec une composante à l'Est-Nord-Est, se reliant aux mouvements de la partie sud des trois océans sans se confondre avec eux ; 2° la remontée vers le Nord qu'on trouve ailleurs. D'autre part, l'Océan austral se distingue de la lisière marine antarctique par l'absence à peu près complète des glaces détachées de la banquise ou *drift-ice*, produites par la congélation de l'eau de mer.

On trouverait aisément d'autres bases de définition. Celles-ci, pour l'instant, suffisent à justifier ce que nous pourrions appeler l'existence scientifique de l'Océan austral. Le progrès de nos connaissances les enrichira et les complétera plus tard.

II. Recherches faites jusqu'a ce jour

L'Océan austral, jusqu'ici, a surtout attiré les explorateurs pour les terres que l'on supposait s'y trouver ou qui s'y trouvaient réellement. Il est rare que la mer ait été explorée pour elle-même. Les connaissances fragmentaires que nous possédons sur elle sont de l'ordre pratique : elles intéressent avant tout la navigation.

Les navigateurs du XVIIIe siècle qui s'aventurèrent les premiers dans ces mers lointaines s'obstinèrent longtemps à la poursuite d'un mirage, celui du *continent austral* qui hantait les imaginations depuis le temps de Ptolémée. Des Hollandais, des Français et des Anglais le cherchèrent. Le véritable continent austral était indiqué, dans ses grandes lignes, depuis la découverte par Tasman de la Nouvelle-Hollande (Australie) et de la Nouvelle-Zélande. Mais le résultat semblait insuffisant. On continua à chercher au sud de l'Atlantique, de l'Océan Indien et du Pacifique. Quand le Français Bouvet-Lozier découvrit, le 1er janvier 1739, un îlot dans la brume, il se crut arrivé à une pointe du continent cherché et il l'appela Cap de la Circoncision. Les écailles tombèrent des yeux de ses successeurs. Marion-Dufresne, Kerguelen et Cook parcourent les mers australes ; ils n'y trouvent que des îles et des îlots. Cook pousse audacieusement

Digitized by Google

deux pointes au Sud, dans le domaine de la banquise, sans rencontrer de terres. Cependant l'espace inexploré demeure si vaste encore qu'un doute subsiste, même après Cook. Ce sont les baleiniers et les phoquiers qui dissipent le doute. Ces hardis marins ne font point de géographie et se soucient peu des découvertes, en général tout au moins. Mais ils prennent comme bases les rares terres découvertes, ils parcourent l'océan en tous sens, et ce sont eux qui les premiers placent les grandes terres du Sud où elles sont en effet, c'est-à-dire dans la zone glacée. Aussi ne saurait-on oublier les expéditions de Biscoe, de Kemp, de Wilkes et de Weddell. Les voyages scientifiques de Bellingshausen, de Dumont d'Urville et de Ross, de 1820 à 1840, confirment les renseignements des pêcheurs. Il n'y a point de continent sous les latitudes australes ; pour trouver de grandes terres, il faut aller bien plus loin au Sud, dans la zone éternellement recouverte de glace et de neige et pour jamais inhabitable.

Quand on est bien certain du fait, l'élan des découvertes se ralentit et s'arrête. Personne, sauf les baleiniers et les phoquiers, ne retourne plus dans les mers australes. Les bateaux qui contournent les pointes des trois continents se tiennent sur la lisière nord, entre le 40e et le 45e de lat., sauf au cap Horn où on est bien obligé de descendre au 56e. Personne, pendant plus de trente ans, ne se soucie de revenir dans le monde hostile des brumes épaisses, des grandes houles, des coups de vent soudains et des énormes glaces flottantes.

Cependant, quelques terres ont été relevées à travers la brume. On en a même relevé plus qu'il n'y en a en réalité : illusion due aux glaces flottantes. Les terres qui existent vraiment paraissent curieuses, tant à cause des conditions particulières et misérables de la vie qui parvient à s'y maintenir, qu'à cause de leur emplacement comme postes d'observation. Lors des deux passages consécutifs de Vénus sur le soleil, au XIXe siècle (1874, 1882), des missions scientifiques s'installent pour plusieurs mois sur les terres australes: mission allemande de la *Gazelle* aux Kerguelen (1874), mission française de 1874 à Saint-Paul, à Amsterdam et à Campbell, mission française de 1882 à l'île Hoste (Terre de Feu).

D'autre part, l'océanographie est née, entre temps, dans la Méditerranée et dans les mers du Nord. L'équipe du *Challenger* porte, en 1874, ses instruments et ses méthodes sous les latitudes australes, au sud de l'Océan Indien. Belle et fructueuse croisière scientifique ; mais le *Challenger* eut peu d'imitateurs dans ces mers. On ne peut guère citer que l'expédition allemande du *Valdivia* au sud de l'Atlantique (1899).

Mais, à partir de 1899, l'intérêt pour la zone glacée du Pôle Sud, qui paraissait disparu depuis l'expédition de Ross, se réveilla de nouveau. Alors commença la féconde période de découvertes où se signalèrent les noms de Gerlache, de Borchgrevink, de Drygalski, de Charcot, de Shackleton, de Mawson, et qui fut couronnée, en 1911-1912, par la double découverte presque simultanée du pôle

(Photo Hyades).

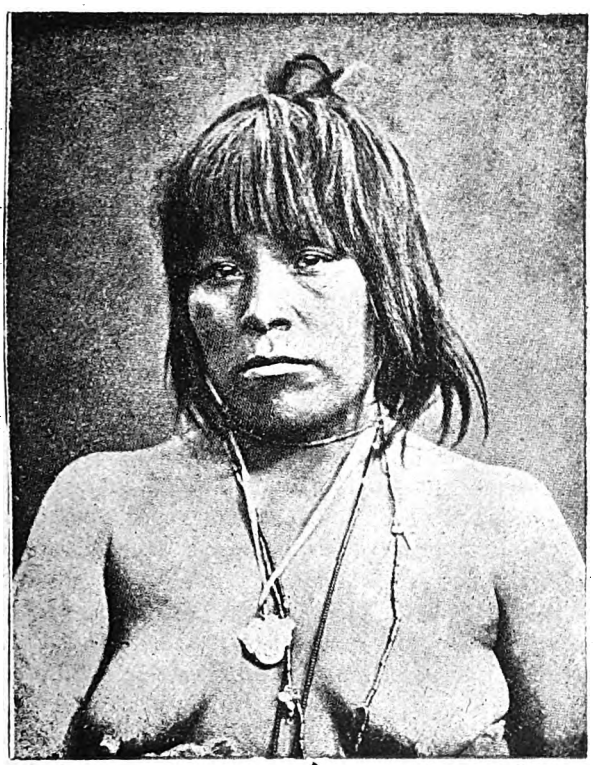
Fig. 301. — Fuégien tenant sa lance.

Sud, due à Amundsen et à Scott. Aucune de ces expéditions n'avait pour but l'étude de l'Océan austral. Elles allaient toutes à l'Antarctique, dont elles révélèrent l'existence comme continent et dessinèrent à peu près les contours. Cependant, comme elles devaient traverser toute la zone australe à l'aller et au retour, elles ont pour la plupart rapporté des observations dont le caractère fragmentaire ne doit pas faire perdre de vue la valeur et l'intérêt. Je dois citer entre autres les faits d'océanographie physique recueillis, de 1908 à 1910, par la deuxième expédition Charcot, dans le détroit de Drake, entre le cap Horn et le continent antarctique.

Malgré tant de travaux et d'efforts, l'ensemble des connaissances recueillies est extrêmement insuffisant et surtout dépourvu de coordination. Pour quelques-unes des petites terres australes et pour leur voisinage immédiat nous disposons d'assez nombreux renseignements réunis surtout

Digitized by Google

par les missions installées à demeure pour plusieurs mois ou une année entière. La route assez fréquentée du cap de Bonne Espérance en Australie nous a fait suffisamment connaître la météorologie et le régime général des courants au sud de l'Océan Indien, de 35° à 45° latitude sud. Sur les abords du cap Horn nous savons aussi quelque chose. Partout ailleurs, nos connaissances sont éparses, rares et incertaines.



(Photo P. Petit).

Fig. 302. — Fuégienne.

Elles ne nous permettent même pas de dresser des cartes convenables. A plus forte raison, elles nous défendent toute tentative d'interprétation raisonnée sur de très nombreux points, tels que la structure et la composition du fond, le régime des marées, la liaison des zones de dépression et des zones de haute pression voisines, l'origine ou l'expansion des faunes et des flores, la limitation ou l'expansion de l'habitat humain sur les terres continentales et océaniques.

III. — Géographie physique et océanographie (1).

Lorsqu'on étudie sur la carte les courbes isobathes des mers australes, telles que les donnent nos atlas généraux, on cède volontiers à l'illusion que la topographie du fond de ces mers est assez connue, puisque nous dessinons des lignes qui prétendent donner l'allure générale du relief.

Cette illusion se dissipe vite à l'examen des cartes marines où sont portés les sondages authentiques, ou simplement à l'examen des feuilles de la Carte bathymétrique des océans publiée par l'Institut de Monaco, bien que cette carte ajoute aux sondages des dessins d'isobathes ; car on nous prévient loyalement que ces isobathes n'ont aucun caractère de certitude même approchée.

Je crois bien. Les sondages sont trop distants les uns des autres pour permettre de construire des lignes qui ne sacrifient pas trop à l'interpolation, autrement dit à l'hypothèse.

Les sondages authentiques faits jusqu'ici dessinent sur les cartes des itinéraires entre lesquels existent de vastes espaces blancs, vierges de toute recherche. On peut les comparer grossièrement aux rares itinéraires d'explorateurs qui constituaient, il y a trois quarts de siècle, nos seules connaissances certaines sur l'intérieur de l'Afrique. Il était alors impossible de dresser une bonne carte du relief de ce continent. On se le figurait tout autre qu'il n'est. De même, nos sondages actuels de l'Océan austral n'authentifient nulle part le tracé des courbes de relief sous-marin. Il serait plus sage d'y renoncer, en attendant des renseignements plus complets, de même que d'Anville, au XVIIIe siècle, fit table rase de la géographie légendaire de l'Afrique.

Sans doute, les sondages par les procédés ordinaires représentent pour chaque point, surtout dans les mers australes aux fortes houles, une tâche assez longue et pénible, de sorte que ces procédés, s'ils étaient seuls employés, reporteraient à un avenir trop lointain la connaissance de la topographie sous-marine.

Mais les procédés nouveaux de sondage acoustique, tels qu'ils sont actuellement mis au point en France, en Angleterre et aux États-Unis notamment, paraissent de nature à nous donner à bref délai une connaissance suffisamment exacte des fonds sur de grandes étendues. On trouvera de bons exposés du détail des procédés employés, dans la *Revue hydrographique* publiée par l'Institut de Monaco (volumes de 1923 et 1924).

Toutefois, si de cette manière nous pouvons connaître le *relief*, la *nature* des fonds relèvera toujours des sondages par stations isolées, où l'appareil de sondage ramène un échantillon du fond de 30 à 40 centimètres d'épaisseur au plus : seul renseignement positif que nous puissions avoir sur la nature du fond des mers, et encore

(1) Selon nous, l'océanographie est une science indépendante tant qu'elle ne sort pas des observations instrumentales et des expériences de laboratoire. Dès qu'elle essaie de synthétiser les faits accumulés, elle se confond avec la géographie physique.

Digitized by Google

pas partout, il s'en faut, puisque le sondeur ne pénètre guère que dans les boues et vases molles.

D'autre part, les sondeurs seuls, par les thermomètres et pycnomètres suspendus à intervalles réguliers le long du fil, peuvent nous donner une idée de la nature des couches d'eaux intermédiaires, de la surface au fond, au point de vue notamment des températures et des densités qui sont nos uniques bases de renseignements, tant sur les échanges de masses liquides que sur les mouvements moléculaires.

Donc, sauf en ce qui concerne la topographie sous-marine, la connaissance de la géographie physique de l'Océan austral dépend toujours de la *station océanographique*, telle que l'a définie le *Challenger* avec une perfection qui n'a pas été dépassée. Il convient que ces stations soient multipliées autant que possible. Or, nulle part elles ne sont aussi rares que dans la zone de l'Océan austral. Celles qui existent ne permettent aucune vue d'ensemble. Lorsque Murray et Renard ont cru pouvoir, sous ces latitudes, ranger la majeure partie des fonds de haute mer dans la catégorie de la *vase à dialomées*, ils ont été déterminés, non seulement par les quelques observations du *Challenger*, mais par l'analogie entre les mers australes et les mers subarctiques où cette catégorie de fonds domine. Il se peut qu'ils aient raison. Mais rien ne nous le prouve, l'analogie peut être trompeuse. Il y a en réalité, dans les mers comme sur les terres, de bien profondes différences entre les zones des deux hémisphères situées sous la même latitude.

Nous sommes un peu plus avancés pour les courants marins de surface, au moins dans une partie des mers australes.

En effet, la navigation a intérêt à observer ces courants, pas autant que les courants aériens, mais assez pour se rendre compte des corrections qu'ils nécessitent à l'estime, même lorsqu'ils sont faibles, ce qui est le cas pour la plupart des courants de l'Océan austral. Aussi les *Pilot Charts* mensuelles ou trimestrielles d'Angleterre et des États-Unis, complétées par quelques publications spéciales des bureaux hydrographiques et météorologiques, donnent de bonnes indications sur les zones parcourues par les navires; au S. de l'Océan Indien notamment, entre les méridiens de Cape-Town et de Melbourne, nous sommes bien renseignés sur les courants du 35e au 46e ou au 47e lat. S. Mais au S. de l'Atlantique et du Pacifique, les indications sont plus incertaines, sauf dans les parages du cap Horn, et dans tous les cas, à l'exception du même cap, nous ne savons sur les courants, entre 50° et 60° de lat., que ce que la dérive des icebergs peut nous en apprendre.

Les houles énormes de l'Océan austral ont fait aussi l'objet de rapports qui ont souvent paru exagérés et qui parfois l'étaient en effet, car rien n'est si difficile que de mesurer la hauteur des vagues au-dessus d'un niveau hypothétique et toujours changeant, lorsqu'on est soi-même sur un bateau soumis à tous les mouvements du roulis et du tangage. Cependant, la hauteur certainement inusitée des grandes houles australes, auxquelles rien n'est comparable dans les autres mers, mérite qu'on s'attache à leur étude. L'amiral Arago a proposé dernièrement pour cet objet une méthode nouvelle (*Annales hydrographiques*, 1919).

Une étude plus difficile encore est celle des marées. C'est seulement sur les côtes que les marées sont accessibles à notre observation. Les côtes australes sont peu développées, presque toujours désertes, et situées loin des centres de civilisation, alors qu'une bonne étude des marées exige avant toutes choses des observations continues, poursuivies sur un assez long espace de temps. L'Océan austral serait particulièrement intéressant à ce point de vue. Par son immense étendue, par ses communications largement ouvertes avec la masse océanique, et par la médiocre extension du plateau continental sur ses côtes, il se rapproche des conditions théoriques de la marée sur un globe uniformément liquide. Aussi l'oscillation verticale des marées y est-elle généralement médiocre. C'est peut-être, sur la foi des premières et rudimentaires observations, ce qui avait amené Whewell, en 1833, à considérer l'Océan austral comme le générateur des marées, et les autres marées océaniques comme de simples réflexions des siennes. Cette idée est généralement abandonnée aujourd'hui, la théorie des bassins autonomes et des résonances, due à Harris, a plus de faveur (1). Mais ici nous sommes dans un cercle vicieux. La théorie d'Harris fait grand état de la topographie sous-marine, que pour l'Océan austral nous ne connaissons point. L'exploration sous-marine par sondages acoustiques devra donc se poursuivre, au point de vue même des marées, en même temps que les observations littorales où seront déterminés les caractères des marées : oscillations verticales et horizontales, périodicité des oscillations, âge des marées.

IV. — Météorologie

Les études de météorologie sont à peu près au même point que celles des courants marins de surface, et pour les mêmes raisons.

(1) V. l'étude de E. Fichot sur *les Marées*, Paris, Gauthier-Villars.

Digitized by Google

La recherche des meilleures routes de navigation depuis les *Sailing Directions* de Maury nous a valu, de la part des commandants de bâtiments de guerre et de commerce, une multitude de renseignements sur la température, les pressions, les vents et les phénomènes météoriques, sur les zones habituellement suivies par les navires, notamment au S. de l'Océan Indien et dans les parages du cap Horn. Des rapports nombreux et pleins de faits ont été publiés dans les recueils de mémoires spéciaux des principales marines. Nos *Annales hydrographiques* en contiennent d'excellents, en particulier pour la période de 1870 à 1900, où les transports de l'État firent de nombreux voyages de circumnavigation pour la Nouvelle Calédonie, quand cette terre était une île à détenus politiques et à forçats. Ces rapports donnent les éléments d'une connaissance suffisante de l'atmosphère entre 35° et 45° S., et des deux côtés de l'Amérique du Sud jusqu'au cap Horn. On obtiendrait des renseignements plus nombreux et plus précis encore, si, en suivant la méthode de l'illustre directeur de l'Observatoire de Washington, on dépouillait avec soin les journaux de bord des bâtiments. Il y faudrait toutefois une forte dose d'esprit critique : les observateurs sont bien loin d'avoir toujours la même valeur; les instruments dont ils se servent fournissent parfois des données douteuses.

D'autre part, comme pour les courants marins, les rapports de navigation laissent à peu près complètement dans l'ombre, sauf aux abords du cap Horn, la zone qui va de 50° à 60° S. C'est là pourtant qu'il serait intéressant de voir comment se fait la liaison des lits de dépression de l'Océan austral avec la région anticyclonique qui doit exister au S. La décroissance régulière de la pression, enregistrée par les isobares de nos cartes, est un phénomène d'ordre cosmique qui se produit dans l'hémisphère S. comme dans l'hémisphère N., et qui ne donne pas d'indications suffisantes sur les relations climatiques constantes ou régulières, telles qu'elles doivent exister dans les régions qui nous occupent.

Cependant, l'étude météorologique de l'Océan austral a été favorisée jusqu'ici, dans une certaine mesure, par les postes d'observation établis sur quelques terres au milieu de l'Océan.

Il y a eu des postes temporaires; il y en a maintenant de permanents; il serait désirable que le nombre de ces derniers augmentât.

Les missions astronomiques de 1874 et de 1882 ont recueilli des données de plusieurs mois et même d'une année sur le climat de la Terre de Feu, de Campbell, de Saint-Paul, d'Amsterdam, des Kerguelen. Ballier du Baty en a fait autant pendant un séjour de quelques mois aux Kerguelen. Si fragmentaires que soient ces observations, elles sont utiles.

Assurément, on doit compter davantage sur les observations permanentes, celles qui nous viennent des pointes sud de Tasmanie et de la Nouvelle-Zélande, des Falkland, des phares situés aux abords du détroit de Magellan, et enfin de Punta Arenas et d'Ouchouaya, dans les Terres magellaniques. Ces observations sont encore incomplètes et imparfaites, il y aura lieu de les améliorer. La République Argentine paraît s'occuper de cette tâche. Elle a fondé et elle entretient sur l'île Laura, dans les Orcades du Sud, vers le 60e degré, l'observatoire le plus méridional du monde.

V. — Biologie marine et terrestre

Dans le domaine de la biologie, nos connaissances sont peut-être plus étendues et plus précises que dans les autres. Des fins pratiques nous ont familiarisés de bonne heure avec les animaux marins dont nous utilisons l'huile, la graisse et les fourrures. Les conditions toutes spéciales de milieu où se trouvent les petites îles australes et la facilité relative de leur exploration ont piqué la curiosité des naturalistes. Cependant, les connaissances acquises jusqu'ici ne font guère qu'accroître le nombre et la portée des problèmes posés, tant pour l'origine des espèces que pour leur évolution, leur acclimatation et leur extinction.

Les baleiniers et les phoquiers ont déterminé de bonne heure les zones d'habitat des animaux qu'ils poursuivent dans l'Océan austral : la baleine australe au S. de l'Océan Indien et de l'Atlantique, la baleine des antipodes au S. du Pacifique, les pinnipèdes de toute nature (éléphants de mer, lions marins, veaux marins) sur les grèves des îles; il faut y ajouter les pingouins qui, seuls ou à peu près de tous les volatiles, se sont ajoutés à la liste des animaux exploités. Mais les qualités particulières de quelques espèces pour les fins poursuivies ont souvent fait négliger des espèces voisines, jugées d'un moins bon rendement. En 1840, Dumont d'Urville remarquait que les baleiniers négligeaient souvent des cétacés à leur portée, quand ces cétacés n'appartenaient pas aux espèces les plus utiles. Il n'en a pas été de même pour les phoques, qui ont été massacrés indistinctement. Malgré l'immense étendue de la zone de chasse, le peu de défense des animaux marins a rapidement amené leur raréfaction sur les points où on les poursuivait d'habitude; il est vrai que leurs colonies, en particulier celles des pinnipèdes, se reforment sur d'autres points, jusqu'au jour où les hommes y surgissent; de sorte que la carte

Digitized by Google

zoologique de la faune marine, dans l'Océan austral, a subi depuis un siècle, du fait des hommes, de multiples variations, et en subira encore dans l'avenir. Ces variations pourront aller jusqu'à la destruction totale des espèces, si aucune mesure de protection n'intervient.

Le monde des oiseaux de mer, à l'exception des pingouins, est à peu près à l'abri des massacres ; c'est seulement dans un intérêt scientifique qu'aux petites îles, les naturalistes ont étudié sur leurs *rookeries* les mœurs des mouettes, des pigeons du Cap, des damiers, des pétrels, et surtout des albatros, ces rois de l'atmosphère australe, dont l'aire de parcours coïncide, tant vers le Nord que vers le Sud, avec les limites de notre Océan.

La flore marine pourrait servir, tout comme les albatros, à individualiser l'Océan austral. Non pas à cause de la singularité des formes vivantes, mais à cause des dimensions inusitées de quelques-unes. Depuis que Darwin a étudié sur les côtes du Chili l'algue gigantesque, *Macrocystis pyrifera*, qui atteint jusqu'à 200 mètres de longueur, l'exploration des côtes australes nous a déjà fait connaître, non seulement à quel point le monde des algues est développé sur les côtes et dans les petits fonds rocheux, mais les dimensions atteintes par un grand nombre de ces plantes. Dans les baies des Marion, des Crozet, des Kerguelen, les algues montant du fond déterminent à la surface la formation d'un tapis végétal parfois tellement épais, qu'il gêne ou rend impossible la manœuvre des petites embarcations. Le marin qui voit ces algues flottant à la houle à une certaine distance au large est porté à croire qu'elles signalent un haut-fond de roches. Les *Instructions nautiques* recommandent de les éviter prudemment. En fait, ces algues australes sont tellement grandes, qu'elles montent souvent de fonds très sains pour les plus grands bateaux : jusqu'à 60 mètres dans les baies de Kerguelen, selon Rallier du Baty. On pourrait dire que le rapport de grandeur des algues australes et des algues boréales est du même ordre que celui des icebergs de l'un et de l'autre hémisphère : petite taille dans l'hémisphère nord, très grande taille dans l'hémisphère sud.

Si profondément enracinées que soient les algues australes, la violence des grandes houles est assez forte pour les arracher et pour les promener à travers l'Océan. On a souvent, dans les hautes latitudes, malgré l'agitation de la mer, un spectacle semblable à celui de la mer des Sargasses. Le fait a été signalé au S. de l'Océan Indien par les Atlas de la *Deutsche Seewarte*. On pourrait aussi le relever ailleurs. Quand il sera bien étudié, il nous fournira, sur les directions maîtresses des courants de surface et notamment sur les courants giratoires, des données plus sûres que les icebergs.

La biologie terrestre fournit matière à des études particulières dans les petites terres éparses sur l'immense étendue de l'Océan, en y comprenant les Falkland et les Kerguelen, les plus étendues de ces micronésies. Les flores naturelles des petites îles ont été étudiées de près depuis la *Flora antarctica* de Hooker, qui date de près d'un siècle, car elles posent les problèmes les plus intéressants et les plus obscurs de la paléontologie et même de la biologie générale. Comment ces petites terres ont-elles été peuplées de germes? Y a-t-il chez elles des espèces positivement endémiques? Quels liens existent entre elles? Comment la flore naturelle se comporterait-elle vis-à-vis des plantes et des animaux importés d'Europe? Toutes ces questions sont bien loin d'être résolues. Comme on pouvait s'y attendre, la violence des vents et l'humidité égale du climat suppriment presque partout la végétation arborescente, qui n'existe guère que sous la forme arbustive, et développent à l'excès la végétation cryptogamique. Mais il y a des différences notables entre les îles, quoiqu'on puisse grouper, semble-t-il, dans un même ensemble les îles du S. de l'Atlantique et du S. de l'Océan Indien, ce qui peut faire supposer une ancienne communication terrestre entre elles, autrement dit, l'existence d'un continent effondré.

Quant à la faune terrestre originelle, les oiseaux mis à part, elle se réduit à des insectes et à des vers, avec la seule exception du *Canis antarcticus* des Falkland, sorte de renard aujourd'hui à peu près disparu. Mais les Falkland ne sont pas des îles océaniques : elles se trouvent sur le plateau continental de Patagonie et à une distance relativement faible de la grande terre.

Dans ces conditions, l'acclimatation, sur les îles australes, de la flore et de la faune d'Europe constituerait un ensemble d'expériences des plus intéressantes pour les naturalistes. Mais jusqu'ici, ces expériences sont fragmentaires ou involontaires. Deux terres seulement sont habitées en permanence, les Falkland et Tristan de Cunha ; à Kerguelen il y a eu des tentatives d'installation et d'exploitation intermittentes ; partout ailleurs, rien que les passages rapides des pêcheurs ou les séjours involontaires des naufragés. Même aux rares terres habitées, comme les Falkland, colonisées seulement depuis un siècle et demi, les directions d'acclimatation ont changé. Dans ces îles, des bœufs et des chevaux furent d'abord importés ; Darwin prévoyait leur transformation en espèces naines ; cette transformation n'a pas eu le temps de s'accomplir, les bœufs et les chevaux ont fait place aux moutons qui ont réussi. En

Digitized by Google

revanche, aux Kerguelen, les moutons ne réussissent guère. Il semble du reste que les animaux d'Europe aient grand'peine à s'acclimater aux Kerguelen. En 1903, l'expédition Drygalski lâcha sur la principale terre une douzaine de chiens domestiques. Ils ne s'acclimatèrent pas, ils moururent presque tous autour du point de débarquement, où Rallier du Baty trouve leurs squelettes six ans plus tard. Un seul, plus résistant que les autres, avait survécu ; devenu tout à fait sauvage, il vivait des oiseaux de mer qu'il pouvait attraper.

Deux choses paraissent acquises. D'abord, l'acclimatation rapide des lapins, des porcs, et surtout des rats. Ensuite, la disparition presque aussi rapide de quelques-uns des végétaux endémiques qui caractérisaient les îles, comme le *tussoc* des Falkland et le *Pringlea antiscorbutica* de Kerguelen. Ces plantes sont détruites par les animaux d'Europe, elles n'ont pas assez de vitalité pour se reproduire malgré tout.

VI. — Anthropologie

Il peut paraître oiseux de parler d'anthropologie pour un domaine où les terres tiennent si peu de place et qui est demeuré, jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, en dehors de tout courant de civilisation. Cependant, là aussi les recherches d'anthropologie s'imposent. L'homme n'est pas un miracle dans le monde vivant terrestre, il fait partie de ce monde, et partout il s'adapte ou peut s'adapter aux conditions d'existence qui lui sont faites, qu'elles soient pénibles ou faciles. Une faune et une flore diminuées comme celles des terres australes ne permettent pas de préjuger l'absence totale de l'homme, elles permettent seulement de préjuger chez lui une vie diminuée sur un rythme analogue à celui des autres formes vivantes.

C'est bien ainsi que les choses se passent ou se sont passées sur les terres rattachées aux continents et terminées en pointes vers le Sud, ou sur les terres australes pas trop éloignées des continents pour les moyens de communication des primitifs : l'Amérique du Sud, l'Afrique du Sud, l'Australie-Tasmanie.

Bien souvent on a remarqué la singulière analogie de misère économique et d'état social rudimentaire qui existe entre les populations indigènes de ces trois pointes australes, malgré les prodigieuses distances qui les séparent : les Fuégiens des canaux dans les Terres magellaniques, les Boschimans dans l'Afrique du Sud, les Australiens indigènes et les Tasmaniens, ces derniers complètement éteints depuis cinquante ans.

Ce sont les conditions géographiques d'isolement au bout des continents qui, plus que toute chose, ont façonné ces peuplades dans le même moule indigent.

Les Maori de la Nouvelle Zélande font exception : car c'est de quelques siècles seulement que date leur immigration dans cet archipel, où il n'y avait personne avant eux.

Les petites terres étaient complètement désertes à l'arrivée des Européens. Le furent-elles toujours? Une chose est constante, c'est que jusqu'ici on n'y a trouvé aucune trace d'une présence antérieure de l'homme.

Cependant, le docteur Rivet, se fondant sur des arguments linguistiques, a constaté une parenté étroite entre les Australiens et les Fuégiens (communication à la *Société de Biogéographie*, en février 1926). En se demandant comment la liaison a pu s'établir de l'Australie à la Terre de Feu pour des indigènes dépourvus d'un bon outillage nautique, il a indiqué des passages possibles de la Nouvelle Zélande et de la Tasmanie aux petites îles australes, puis de celles-ci au continent antarctique, puis de ce continent à la Terre de Feu.

Cette voie de migration me paraît peu vraisemblable. Cependant, comme l'invraisemblable peut être quelquefois vrai, il y aura lieu d'explorer les petites îles, Auckland, Campbell et Macquarie, non moins que la Nouvelle Zélande, au point de vue de la préhistoire. Positifs ou négatifs, les résultats auront de l'intérêt.

VII. — Buts économiques

Je dis tout de suite, dussé-je encourir la défaveur des utilitaires, que les buts économiques à poursuivre dans les recherches sur l'Océan austral seront des plus médiocres.

Point d'impérialisme économique possible. Point de matières premières à accaparer. Rien de ce qui peut servir à engraisser les forts et à asservir les faibles.

Les seuls buts économiques intéressants dans ces mers sont ceux qui nous apprendront à mieux ménager l'exploitation de richesses aujourd'hui gaspillées.

La chasse à la baleine faite par les Anglais, les Américains et les Norvégiens au S. de l'Atlantique risque, telle qu'elle est faite, de mettre fin à l'existence de la baleine australe. Avant la guerre de 1914, les grèves des petites îles, de Tristan da Cunha à Kerguelen, étaient déjà dépeuplées de pinnipèdes. Elles se sont repeuplées à la faveur de la guerre : quand les hommes se massacraient, ils n'avaient pas le temps de massacrer les phoques. Mais la tuerie a déjà recommencé.

Si l'on ne veut pas tarir toute source d'exploitation dans l'Océan austral, il conviendrait que

Digitized by Google

cette tuerie fût limitée et réglementée, comme elle l'est déjà dans certaines parties des mers arctiques, comme les îles Prybiloff de la mer de Behring. Mais toute réglementation sera vaine, si elle n'est pas accompagnée de surveillance et de sanctions. C'est sur ce point que les navires de recherches scientifiques rendraient d'utiles services. Ils seraient stationnaires de pêche en même temps que navires d'exploration. Ils détacheraient à terre des équipes de surveillance renouvelables au bout d'un temps déterminé. La pure recherche scientifique n'a aucune générosité à attendre pour elle-même ; mais elle pourrait bénéficier des subsides que les gouvernements alloueraient volontiers à la surveillance des pêches.

VIII. — Répartition possible des recherches

Cette considération nous amène à examiner comment les recherches à faire dans l'Océan austral pourraient se répartir entre les différentes nations intéressées.

Ni un particulier, ni une Société savante, ni un ensemble de particuliers et de Sociétés ne seraient capables, aujourd'hui surtout, de suffire aux frais des recherches systématiques à entreprendre. Car les recherches devront être systématiques, coordonnées, sous peine de stérilité. Il faut que les États s'en mêlent.

Ceux qui ont ou peuvent avoir des intérêts directs dans la zone australe seront probablement mieux disposés que tous les autres, et c'est à eux qu'il faut faire appel.

Deux nations civilisées non seulement autonomes, mais complètement indépendantes par rapport à l'Europe, ont vue directe sur les mers australes. Ce sont le Chili et la République Argentine. Il semble qu'il faille d'abord s'adresser à celles-là. Par malheur, l'exploitation des pêcheries australes n'a pas une grande valeur pour elles. Toutefois, la fierté nationale de ces jeunes États, riches et prospères en comparaison de l'Europe épuisée, pourrait les déterminer à prendre leur part des recherches. La République Argentine a déjà montré que ces questions l'intéressaient. Elle a envoyé un navire au secours de Shackleton. Elle a fondé l'observatoire de l'île Laura.

L'activité d'exploration du Chili et de l'Argentine, au point de vue des recherches de pure océanographie, pourrait s'exercer dans cette zone du détroit de Drake, entre la Terre de Feu et la Terre de Graham, qui est probablement la plus intéressante de l'Océan austral en raison des phénomènes multiples et variés dont elle est le théâtre dans l'air et dans les eaux.

Les mers australes au S. de l'Atlantique seraient un domaine britannique, tant à cause de la possession par l'Angleterre des Falkland et de Tristan da Cunha, qu'à cause de la proximité du Dominion du Sud-Africain. Il serait possible d'envisager une collaboration de l'Angleterre et de la Norvège ; nous savons que le pavillon de ce dernier État flotte sur de nombreux baleiniers.

Au S. de l'Océan Indien, ou plus exactement du 30e au 100e de long. E., nous aurions un champ réservé français. Les îles Marion, Crozet, Saint-Paul, Amsterdam et Kerguelen sont françaises. Nous ne dirons pas que notre pavillon y flotte, ce serait une métaphore ; mais il y a tout de même, sur les principales, des mâts de pavillon, avec des pavillons en tôle peinte dont les charnières grincent à tous les vents. Jusqu'ici, c'est tout, avec une concession à Kerguelen et un décret de 1923 pour la protection des pêcheries. Notre action australe devra se montrer autrement. C'est à la France qu'il appartient d'explorer méthodiquement toute cette zone. Nous possédons, à Madagascar et à la Réunion, des bases munies de ressources suffisantes pour nos entreprises.

Du 100e long. E. au 180e, nous aurions un domaine particulier des deux Dominions d'Australie et de Nouvelle Zélande, qui possèdent à pied-d'œuvre des ressources encore bien supérieures aux nôtres. Les Australiens et les Néo-Zélandais ont déjà pris leur part des explorations de l'Antarctique, ils s'intéresseront autant à la mer qui les en sépare, de la Tasmanie et de l'île Stewart au cap Adare, et qui a été parcourue bien des fois par des bateaux partis de Melbourne, de Hobart ou de Dunedin.

Reste l'immense espace qui va des Antipodes à la Terre de Feu, au S. du Pacifique. Cent degrés de longitude sans maître désigné. Aucune puissance qui possède de ce côté des intérêts particuliers. C'est sans doute la partie de la zone australe où l'inconnu subsistera le plus longtemps. A moins que les efforts d'un grand pays ne se portent de ce côté par amour pour la science. Une seule nation paraît aujourd'hui assez libre de ses mouvements pour entreprendre une tâche pareille, ce sont les États-Unis.

Camille Vallaux.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Retard à la condensation des vapeurs. — Les phénomènes de la liquéfaction des gaz ou des vapeurs présentent des retards en tous points comparables à ceux qu'on observe dans la solidification des liquides et dans l'ébullition.

Considérons une vapeur saturée à une certaine température et refroidissons-la. Une partie de la vapeur doit se condenser de manière que sa pression s'abaisse jusqu'à la pression maxima relative à la température réalisée. Si nous effectuons l'expérience, nous constatons que la prévision précédente est loin d'être toujours vérifiée.

Un procédé de refroidissement très commode consiste à laisser détendre brusquement le mélange gazeux qui renferme la vapeur. Cette détente brusque détermine un abaissement de température dont on peut calculer la valeur et qui croît avec le rapport $\frac{P}{p}$ entre la pression initiale du mélange gazeux et sa pression finale.

Si l'on détend brusquement une masse d'air saturée de vapeur d'eau, le refroidissement qui se produit entraîne, lorsqu'on opère sur de l'air ordinaire, une abondante condensation en gouttelettes très nombreuses et très fines formant un brouillard. Mais si l'air a été préalablement filtré sur du coton, aucun brouillard ne se forme, bien que la pression de la vapeur soit alors notablement plus grande que la pression maxima relative à la température atteinte par l'air refroidi; la vapeur devient sursaturée.

La condensation ne se produit que si l'air renferme certains germes autour desquels s'amorce la formation des gouttelettes. Ces germes, bien qu'ils soient arrêtés par du coton convenablement tassé, ont des dimensions extrêmement petites.

Une expérience très simple, que chacun peut réaliser, met nettement en évidence le rôle joué dans la condensation de la vapeur d'eau par la présence de très fines poussières.

Prenons un balon A contenant de l'eau et fermé par un bouchon que traverse un tube auquel on adapte une poire en caoutchouc. L'air contenu dans le ballon se sature bientôt au contact de l'eau.

Pressons la poire de manière à comprimer légèrement l'air du ballon. Quand l'échauffement déterminé par la compression s'est dissipé, lâchons la poire; l'air intérieur se détend et se refroidit. Un brouillard apparaît; on le rend plus intense en insufflant préalablement dans le ballon un peu de fumée de tabac qui augmente le nombre des noyaux de condensation.

Laissons ce brouillard se déposer : il entraîne avec lui les poussières. Recommençons l'expérience et attendons, chaque fois, que le brouillard tombe. L'air finira par ne plus contenir de poussières. Alors le brouillard ne se produit plus que pour des détentes et par conséquent des refroidissements de plus en plus notables. Aux températures ordinaires, le gaz pourra contenir, sans qu'il se produise de brouillard, une quantité de vapeur d'eau égale à quatre fois celle qui correspond à la pression maxima; par exemple, s'il est saturé à 20°, on pourra le refroidir jusqu'au voisinage de 0° sans qu'il se forme de brouillard.

Aitken qui, après Caulier, a étudié ce phénomène, considère les germes de condensation comme de très fines poussières. Il a imaginé un dispositif pour en déterminer le nombre dans l'air. Les mesures ont fourni des résultats très différents suivant le degré de transparence de l'air et le lieu d'observation, allant de quelques centaines par centimètre cube dans un air très pur, à 100.000 et plus par centimètre cube au voisinage des grandes agglomérations.

On a constaté depuis longtemps que l'introduction de charges électriques dans une vapeur sursaturée, par exemple au moyen d'aigrettes jaillissant entre des pointes électrisées, provoque une abondante condensation. Wilson a montré que les ions gazeux des deux signes qui prennent naissance dans l'air sous l'action de diverses causes (lumière, rayons X, rayons issus de substances radio-actives, choc des électrons, flamme, etc..) constituent des noyaux de condensation. Dans l'air saturé d'humidité, préalablement débarrassé de poussières par passage sur du coton tassé et soumis à une action ionisante, aucun brouillard n'apparaît tant que le coefficient de détente n'atteint pas 1,25 (1).

Si l'on fait croître la détente, le brouillard ne s'accroît pas tant que le coefficient de détente n'atteint pas 1,31 (2).

A ce moment l'accroissement brusque du brouillard révèle une condensation plus abondante sur des centres plus nombreux. Wilson a établi que les ions négatifs constituent les seuls centres actifs dans les premières condensations, lorsque le coefficient de détente est 1,25; les ions positifs interviennent et ajoutent leur action à celle des ions négatifs lorsque le coefficient de détente atteint 1,31. Pour les coefficients de détente égaux ou supérieurs à 1,35, tous les ions des deux signes sont utilisés.

La présence de poussières ou d'ions est-elle absolument indispensable à la condensation d'une vapeur? C'est là une question à laquelle il semble difficile de répondre d'une manière définitive. Dans l'expérience de Wilson, si l'on fait croître le coefficient de détente de plus en plus, on constate qu'à partir de la valeur 1,38, le brouillard produit s'accroît brusquement. Pour cette détente, une masse d'air saturée, soigneusement filtrée et non ionisée, donne une abondante condensation dans toute sa masse, comme si des noyaux de condensation prenaient spontanément naissance ou comme si ces noyaux pouvaient être constitués par les molécules mêmes du gaz ou de la vapeur. A. Bc.

(1) Le refroidissement est alors 25° et la sursaturation $\frac{F}{f}$, 4,4, c'est-à-dire que l'atmosphère renferme 4,4 fois plus de vapeur d'eau que si elle était saturée à la température produite par le refroidissement.

(2) Le refroidissement est 30° et la sursaturation 6,1.

Digitized by Google

Physique du Globe

Les gaz rares de l'atmosphère. — L'atmosphère contient, outre l'oxygène et l'azote, un certain nombre de gaz inertes, dont la découverte a constitué un des événements de la science moderne. Dans une série de quatre conférences devant la Royal Institution (1), Sir Ernest Rutherford a jeté un coup d'œil d'ensemble sur ce groupe d'éléments rares, qui forment la première colonne de la classification périodique, celle des éléments de valence nulle. Nous ne pouvons ici que résumer à grands traits son exposé sur ce vaste sujet.

Rutherford rappelle d'abord les circonstances de la découverte de l'argon. Vers 1892-1894, Lord Rayleigh, dans une détermination de la densité de l'azote, fut frappé du fait que l'azote de l'air était toujours plus dense que l'azote des composés chimiques, bien que l'écart ne fût que de l'ordre du millième, son importance n'échappa pas à la sagacité de l'expérimentateur, qui savait opérer à la précision du dix-millième. Afin d'élucider la question et de répondre à de nombreuses critiques, Rayleigh reprit, conjointement avec Ramsay, l'ancienne expérience faite en 1775 par Cavendish, sur la combinaison de l'oxygène et de l'azote de l'air sous l'influence de l'étincelle électrique; et les deux savants, observant un accroissement régulier de la densité de leur gaz résiduel, aboutirent à la découverte de l'argon.

L'argon étant un gaz inerte, on ne put déterminer son poids atomique qu'à partir de sa densité. Le rapport 1,67 de ses deux chaleurs spécifiques montrant d'autre part, en vertu de la théorie cinétique des gaz, son caractère monoatomique, on en déduisit, pour le poids atomique, la valeur 39,88, double de la densité.

C'est également Ramsay qui, en 1895, devait encore reconnaître, dans la clévéite de Norvège, l'hélium décelé au spectroscope dès 1868 dans la chromosphère solaire par Janssen. Dans les minéraux radioactifs, l'hélium occlus provient des particules alpha émises au cours des désintégrations, particules qui ne sont autres, en effet, que des atomes d'hélium, positivement chargés et redevenant neutres après un temps de l'ordre du centmillième de seconde. On a trouvé plus tard l'hélium en abondance beaucoup plus grande, dans certaines émanations naturelles, en particulier dans celles de l'Amérique du Nord. On l'en récupère industriellement depuis la guerre, en vue du gonflement des dirigeables, usage auquel il convient à la fois par son inflammabilité et sa faible densité, égale seulement au double de celle de l'hydrogène. On dépouille l'hélium de ses impuretés par une réfrigération suffisante, car c'est le plus permanent de tous les gaz. Kammerlingh Onnes l'a condensé en 1909 sous forme d'un liquide bouillant à 4° abs. environ, et en 1926, Keesom l'a obtenu solide à 1° abs. sous 26 atm.

En éliminant de l'air l'oxygène et l'azote, et en refroidissant le résidu au moyen d'air liquide, puis d'hydrogène liquide, Ramsay et Travers ont mis en évidence trois nouveaux éléments, qu'ils ont appelés néon, krypton et xénon. On considère que l'air contient en volume 0,93 % d'argon, $4{,}2.10^{-3}$ de néon, 5.10^{-6} de krypton et $5{,}9.10^{-7}$ de xénon.

L'argon et le néon, devenus maintenant des sous-produits de l'extraction de l'oxygène et de l'azote purs à partir de l'air, sont obtenus sur une grande échelle, au moyen d'un processus de rectification, dû à Linde et à Claude.

L'argon est principalement utilisé pour le remplissage des lampes à atmosphère gazeuse, et pour ce but, on ne l'emploie pas pur, mais mélangé à de l'azote entrant pour une proportion de 15 % environ. Dans ces lampes, le rôle du gaz est de régler l'évaporation du tungstène du filament, filament qui, dans une boule vide, s'échaufferait au point de s'user complètement en quelques heures. La présence d'argon restreint à tel point la perte par évaporation, que la lampe se trouve prolongée pour des milliers d'heures.

Pour le néon, son usage industriel est basé sur la facilité avec laquelle il s'excite électriquement avec luminosité rougeâtre. On constate cette curieuse propriété par une expérience simple: il suffit d'imprimer des secousses à un tube à vide, ne contenant que du néon et du mercure, pour que le frottement du mercure sur le verre provoque une électrisation suffisante à l'excitation du gaz. Le néon est actuellement très en faveur pour les enseignes lumineuses.

Quant au krypton et au xénon, on en tire très peu parti jusqu'ici. Cependant Rutherford indique que la propriété du xénon d'offrir aux rayons X une absorption voisine de celle des tissus du corps humain, pourrait être mise à profit par les radiologistes.

Rutherford a dressé le tableau comparé de quelques constantes importantes pour la série des gaz inertes. Les diamètres atomiques sont ceux qui ont été déduits par Rankine des valeurs de la viscosité. Ils augmentent avec le poids atomique, mais peu. (On entend par diamètre atomique le diamètre de la sphère d'action de l'atome.)

	Hélium	Néon	Argon	Krypton	Xénon
Poids atomique	4,00	20,2	39,85	82,92	130,2
Viscosité à 0°.	$1{,}88.10^{-4}$	$2{,}98.10^{-4}$	$2{,}10^{-4}$	$2{,}33.10^{-4}$	$2\,11.10^{-4}$
Diamètre atomique en cm..	$1{,}89.10^{-8}$	$2{,}35\ 10^{-8}$	$2{,}87.10^{-8}$	$3{,}19.10^{-8}$	$3{,}51.10^{-8}$
Numéro atomique.....	2	10	18	36	54
Potentiel de résonance en volts... ...	19,7	16,8	11,5	9,7	8,9
Potentiel d'ionisation en volts	24,6	21,5	15,2	12,7	10,9
Point d'ébullition..... .	-269°C	-239°C	-186°C	-169°C	-107°C
Densité du liquide... ..	0,14	—	1,41	2,16	3,52

D'après Claude, s'il se trouve dans l'air des gaz plus lourds encore que le xénon, ce ne pourrait être pour une proportion supérieure à 1/2.500.000.000. D'ailleurs, au point de vue de ces gaz hypothétiques, Aston n'a rien pu déceler par l'examen aux rayons positifs.

Sauf l'hélium, tous les gaz inertes sont des mélanges d'isotopes. C'est à propos du néon, auquel J.-J. Thomson, puis Aston, ont reconnu les isotopes 20 et 22, que la notion d'isotopie s'est tout d'abord étendue au domaine non radioactif.

Au point de vue constitution atomique, tandis que l'hélium, de numéro atomique 2, possède deux électrons périphériques sur deux orbites qu'on présume croisées, le néon en comporte 10, dont les deux plus internes sont arrangés comme ceux de l'hélium, et les huit autres constituant une enveloppe extérieure. L'argon possède encore huit électrons de plus sur une orbite supplémentaire, ce qui lui en fait en tout 18.

Tous ces gaz ont huit électrons dans leur enveloppe

(1) *Engineering*, 19 et 26 mars, 2 et 9 avril 1926.

Digitized by Google

extérieure. C'est à cette circonstance que Kossel impute leur manque d'activité chimique en suggérant que la valence d'un élément, fonction du nombre des électrons de son enveloppe extérieure, serait nulle quand ceux-ci sont au complet, c'est-à-dire au nombre de huit.

Rutherford rattache encore aux gaz inertes dont il vient d'être question les gaz radioactifs ou émanations, le radon, le thoron et l'actinon. Ce sont des isotopes occupant tous trois la dernière case de la colonne des gaz inertes, avec le numéro atomique 86, leur poids atomique étant environ 200 fois celui de l'hydrogène.

Rutherford a évoqué l'époque où, étudiant la radioactivité du thorium à la demande du Prof. Owens, il a été amené à conclure à l'existence d'une substance à la fois volatile et radioactive, présentant un taux déterminé de décroissance, et qu'il a appelée émanation du thorium. Les émanations du radium et du thorium n'ont été connues qu'ultérieurement. Tous ces gaz ont été découverts et étudiés à partir de quantités infimes, au-dessous de la sensibilité spectroscopique, et correspondant seulement à quelques milliers de molécules par cmc. Ils n'ont qu'une existence limitée. Le radon subsiste relativement longtemps : sa demi-période, temps pendant lequel sa radioactivité diminue de moitié, est de 3,83 jours, tandis que la demi-période du thoron est de 54 secondes et celle de l'actinon 3,9 secondes. Les trois émanations donnent naissance, par désintégration, à des dépôts radioactifs induits.

Le radon est le mieux connu, précisément à cause de sa vie plus longue.

Il a été liquéfié et même solidifié.

Rutherford termine en mentionnant que, d'après des recherches récentes, les gaz réputés inertes pourraient se combiner, dans certaines circonstances à d'autres éléments. Il cite comme exemple l'héliure de tungstène, que Boomer aurait obtenu, et qui serait de formule WHe^2.

S. V.

Spectroscopie

La spectroscopie de l'ultra-violet extrême. — Les spectroscopistes ont sensiblement accentué, ces dernières années, leur progression vers les longueurs d'onde toujours moindres. Le Prof. Th. Lyman, Directeur du Jefferson Physical Laboratory, qui a lui-même enrichi le sujet d'une contribution importante, nous met au courant de l'état actuel des recherches (1).

On connaît maintenant le spectre électromagnétique complet, depuis les longueurs d'onde de l'ordre du kilomètre de la T. S. F., jusqu'aux longueurs d'onde des rayons gamma de l'ordre du centième d'angström (1 Å = 10^{-8} cm.).

Si l'on substitue au spectre normal l'échelle logarithmique, comme le fait Lyman, on a une compréhension beaucoup plus nette des diverses régions. A droite de l'ultra-violet, en considérant les étroites limites du visible, on est frappé du peu de puissance de l'œil humain, aveugle pour la presque totalité des ondes. A gauche de l'ultraviolet, la région qui s'étend jusqu'aux rayons X, est jusqu'ici interdite aux spectroscopistes. On ne l'a encore entamée que du côté des rayons X, avec des moyens d'attaque différents de ceux qu'on emploie en optique, et qui consistent, en principe, à déceler la radiation par son effet photoélectrique sur la matière.

Tout d'abord préoccupé seulement par l'intervalle insignifiant du visible, le spectroscopiste n'a pas tardé à aborder l'ultra-violet, et il a poursuivi son avance jusqu'à ce que le verre de ses appareils fût devenu opaque aux rayons de moins en moins pénétrants qu'il découvrait. Cette difficulté surmontée en remplaçant le verre par le quartz, ce fut l'opacité de l'air lui-même qu'il fallut vaincre. C'est alors que Victor Schumann imagina de recourir à un spectroscope à vide, artifice qui lui permit de faire un grand pas dans l'ultra-violet extrême. Il se servait, d'autre part, de prismes et de lentilles de fluorine, substance qui reste encore transparente à la radiation, alors que le quartz ne l'est plus.

Lyman décrit un dispositif qui permet des recherches entre 1800 Å et 200 Å, cette dernière limite étant pour le moment très difficilement franchie. Un réseau concave de 1 m. de rayon, est placé dans une enceinte à vide élevé. Mais en même temps, il ne faut pas qu'à la source de lumière la pression soit très basse. Il importe donc que le gaz soumis à la décharge ne puisse pénétrer dans le corps du spectroscope. On parvient à ce résultat en séparant la source du reste de l'appareil par une fente fine au milieu de laquelle on applique une pompe très puissante.

Les séries spectrales, qui possèdent des termes calculables dans l'ultra-violet, ont fourni aux spectroscopistes des suggestions précieuses.

Dans le cas le plus simple, celui de l'hydrogène, la formule de Balmer indique, dans l'ultra-violet, une raie à 1216 Å, dont l'existence a été vérifiée. Nous rappellerons que la fin du visible se trouve près de 4000 Å, et que l'absorption de l'air commence à 1850 Å.

De même, pour l'hélium normal, la théorie a permis de prévoir, dans l'ultra-violet, une série qui a été découverte et qui se prolongerait très loin dans la région encore inexplorée.

Dans l'ultra-violet extrême, les relations de série perdent généralement de leur complexité et deviennent d'identification plus facile. En dehors de l'hélium normal, on en a encore un exemple avec le néon, dont Paschen a déchiffré laborieusement les séries complètes. Lyman et Saunders ont montré récemment que les spectres de courtes longueurs d'onde de ce gaz sont relativement simples, ceci en concordance avec la conclusion formulée par Hertz.

Les spectres dits « renforcés » sont aussi d'un grand intérêt, du fait qu'étant relatifs à un état d'ionisation de l'atome, ils peuvent être dans une certaine mesure l'objet de prévisions. Ainsi un atome d'hélium ionisé, c'est-à-dire dépouillé d'un électron, ressemblerait, dans les idées de Bohr, à l'atome d'hydrogène, et par suite serait susceptible de donner des séries spectrales du type Balmer. Lyman a en effet retrouvé ces séries attendues, qui constituent les spectres renforcés les plus simples : la plus importante commence à 303,6 Å, très près de la limite actuelle de la portée des appareils ; un autre a son premier terme à 1640 Å. Avec des éléments de numéro atomique plus élevé, tels que le silicium ou l'azote, on trouve qu'aux divers états d'ionisation correspondent respectivement des séries renforcées distinctes. D'après la théorie de Bohr, l'accroissement du degré d'ionisation d'un élément amène les spectres correspondants à rétrograder toujours davantage dans l'ultra-violet extrême. Lyman signale que Fowler a étudié les spectres du silicium aux stades d'ionisation successifs, et que lui-même a fait des recherches pour

(1) *Journal of the Franklin Institute*, mai 1926, p. 552.

Digitized by Google

la vérification des prévisions de Paschen sur les spectres de l'aluminium et du magnésium.

Lyman mentionne un certain nombre d'autres recherches effectuées ces dernières années dans l'ultra-violet, en citant les noms de L. et E. Bloch, de Lang, de Ireton, de Shaver et Weinberg, de Simeon, de Hopfield, de Leifson, de J. A. Carroll, et de E. P. Lewis. Il exprime toute la reconnaissance des spectroscopistes envers R. W. Wood, pour les perfectionnements que celui-ci a apportés aux machines de réglage, à la John Hopkins University.

Lyman rappelle encore les travaux de Millikan et Bowen, ayant pour but de retrouver la loi de Moseley dans le domaine optique. Ces tentatives, à défaut de résultats entièrement positifs, ont amené à des constatations intéressantes sur les relations de séries, et à une critique de certains des principes fondamentaux de la théorie atomique de Bohr. S. V.

Chimie physique

Réactions chimiques aux basses températures. — La vitesse des réactions chimiques diminue généralement avec la température. Elle devient environ deux fois moindre pour chaque abaissement de température d'une dizaine de degrés. Elle finit par s'annuler aux températures suffisamment basses, le système des corps mis en présence peut alors être conservé indéfiniment sans être le siège d'aucune modification.

Dès 1892, Raoul Pictet a observé nettement l'arrêt des réactions chimiques aux très basses températures. A 125°, même par une forte compression, l'acide sulfurique congelé ne se combine pas à la soude caustique; la réaction ne commence qu'à — 80°, mais elle est alors si violente que l'éprouvette renfermant le mélange est brisée. L'acide sulfurique et la potasse ne réagissent pas aux températures inférieures à 90°; il en est de même de l'acide sulfurique et d'une solution ammoniacale concentrée aux températures inférieures à — 65°. A — 120°, l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique laissent sa couleur bleue au tournesol.

L'emploi de l'air liquide a permis d'étendre le champ des observations précédentes. Le potassium, qui s'oxyde spontanément à l'air et a pour l'oxygène une affinité telle qu'il décompose l'eau en donnant un dégagement de chaleur suffisant pour enflammer l'hydrogène libéré, peut être plongé dans l'air liquide sans se recouvrir de la moindre trace d'oxyde. Les actions photographiques sont, de même, considérablement réduites à la température de l'air liquide. On ne connaît guère qu'une exception à l'arrêt des réactions chimiques produit par le froid : c'est la combinaison explosive du fluor solide et de l'hydrogène liquide observée par Moissan à — 252°.

En réalité, le froid ne supprime pas les affinités chimiques; il ne fait que les assoupir. Une sorte de frottement chimique empêche la réaction de s'amorcer. Si, par un artifice convenable, par l'emploi d'une substance dite *catalytique*, qui joue le rôle de lubrifiant, on atténue les frottements chimiques, la réaction peut se produire. Il suffit souvent de la déclancher en un point pour qu'elle se propage dans tout le système et devienne explosive.

Une allumette continue à brûler dans l'oxygène liquide et la combustion y est même plus brillante que dans l'oxygène gazeux. Du coton, imbibé d'oxygène liquide et enflammé à l'aide d'une allumette tenue au bout d'une tige de métal ou de bois, déflagre sans explosion à la façon du coton poudre. Un charbon de lampe à arc chauffé au rouge à son extrémité, puis plongé dans l'oxygène d'un récipient d'Arsonval non argenté, continue à y brûler. Une émission intense de chaleur et de lumière se produit, qui se propage par rayonnement à travers les parois du vase; on peut arriver à se brûler en approchant la main de cette éprouvette pleine d'air liquide.

Les réactions précédentes sont vives mais non pas proprement explosives. Au contraire, les mélanges d'air liquide riches en oxygène avec l'alcool, le pétrole, le charbon de bois finement pulvérisé, la laine, le coton etc., qui brûlent à l'air libre avec déflagration comme le coton poudre, donnent des explosions de la plus grande violence, si l'inflammation est provoquée en vase clos, par exemple au moyen d'une capsule de fulminate. Le mélange de charbon pulvérisé et d'oxygène liquide constitue un excellent explosif au moyen duquel on a percé une partie du Simplon.

« Entre autres avantages, écrit G. Claude, ce nouvel explosif présente celui d'être bien moins coûteux que la dynamite, car en dehors du charbon, de la main-d'œuvre et de l'amortissement des appareils, il ne coûte que de l'énergie, soit environ deux chevaux-heures par kilogramme d'oxygène liquide, ce qui est bien peu de chose dans les régions où l'énergie est bon marché.

« Il y a bien l'évaporation de l'air liquide entre l'instant où l'on pose les cartouches et celui où l'on y met le feu qui peut causer quelques mécomptes. Ce défaut étant inévitable, on en fait une qualité en remarquant que l'emploi de semblables cartouches éliminerait le grave danger des explosions tardives que cause parfois, avec les explosifs actuels, le raté d'une capsule; car les cartouches dont l'oxygène liquide est la base deviennent évidemment en quelques instants tout à fait inoffensives. Mais un inconvénient s'est révélé à l'usage et n'a encore pu être surmonté : si la combustion est trop tardive, s'il y a trop d'oxygène évaporé au moment de l'inflammation, de très grandes quantités d'oxyde de carbone se forment et se dégagent, ce qui n'est évidemment pas très recommandable pour les travaux souterrains. »

Signalons encore que l'oxygène gazeux et l'oxygène liquide se transforment très facilement en ozone aux basses températures, sous l'influence des effluves électriques. Le rendement de l'opération est bien meilleur qu'aux températures ordinaires; peut-être arrivera-t-on ainsi préparer industriellement l'ozone, dont les applications sont encore très restreintes et dont il n'est pas impossible que les propriétés explosives puissent un jour être utilisées. A. Bc.

Biologie

Action du froid sur les organismes vivants. — Les formes inférieures de la vie, que détruisent rapidement des températures modérément élevées, de l'ordre de 100°, supportent généralement très bien l'action des froids les plus intenses.

La viande, le lait, etc..., enfermés dans des tubes scellés qu'on plonge pendant une heure dans l'air liquide, sont ensuite le siège de fermentations putrides. Les bactéries typhiques ne perdent rien de leur vitalité après avoir été maintenues pendant six mois à la température de l'air liquide; elles fournissent ensuite des cultures absolument normales. On constate une

Digitized by Google

persistance analogue de la vie chez les graines soumises aux froids les plus intenses : des graines d'orge, de pois et de moutarde supportent pendant six heures la température de l'hydrogène liquide sans que leurs propriétés germinatives subissent aucune altération.

Paul Becquerel a étudié l'influence qu'exerce sur les organismes vivants l'action combinée des froids les plus intenses et des vides les plus poussés, en vue surtout de contrôler l'hypothèse de la *panspermie* formulée par Arrhénius. D'après cette hypothèse, la vie pourrait se transmettre d'une planète à l'autre, et même d'un monde sidéral à l'autre, par des germes vivants extrêmement petits, spores ou bactéries, se déplaçant dans les espaces interplanétaires et intersidéraux sous l'influence de la pression de la lumière. Tout conduit à admettre que, dans ces espaces, règnent un froid et un vide quasi absolus. Les germes vivants résistent-ils à de telles conditions ?

Pour répondre à cette question, Paul Becquerel a introduit, dans de petits tubes scellés, des graines sèches décortiquées (luzerne, moutarde, blé), des spores sèches de diverses moisissures, des bactéries et, après avoir réalisé dans les tubes un vide extrêmement poussé, les a plongés dans l'air liquide pendant trois semaines et dans l'hydrogène liquide pendant 77 heures. Après deux ans environ de séjour dans le vide, graines, spores et bactéries se sont reproduites normalement. L'action combinée d'une dessiccation extrême, d'un très haut degré de vide, de fort basses températures, arrête toute manifestation de vie dans les germes sans en provoquer la mort. Ces faits sembleraient appuyer l'hypothèse d'Arrhénius et indiquer que les germes vivants peuvent rester pendant des temps très longs à l'état de vie ralentie dans les espaces intersidéraux, pour se développer et devenir le point de départ d'organismes multiples quand ils rencontrent un monde où sont réalisées les conditions propres à la vie. Malheureusement, dans les espaces célestes existent d'autres causes de destruction des germes vivants, parmi lesquelles l'une des plus actives est l'action chimique des radiations ultra-violettes qu'émettent en abondance les astres incandescents.

On pouvait se demander si l'action destructrice de ces rayons subsisterait pour des organismes maintenus dans le vide sec et à basse température. Des tubes de quartz scellés contenant des spores de diverses moisissures, des bactéries et dans lesquels avait été réalisé un bon vide, ont été plongés dans l'air liquide et soumis à l'action d'une source intense de rayons ultra-violets. Les spores les plus résistantes, celles du charbon, de l'aspergille, ont été détruites au bout de six heures. Ces expériences établissent que la dessiccation, le vide, le froid, ne rendent pas les spores invulnérables à l'action de l'ultra-violet. Dans les espaces interplanétaires, les germes susceptibles de se propager doivent être tôt ou tard détruits, ce qui constitue, à l'heure actuelle, une objection très grave à l'hypothèse d'Arrhénius, si séduisante à tant d'égard. A. Bc.

Hygiène

Dangers du charbon pulvérisé. — Le Bureau des Mines des États-Unis a exécuté des recherches sur les risques d'explosion amenés par l'emploi du charbon pulvérisé. Chaque fois qu'il y a une explosion occasionnée par le charbon pulvérisé dans les usines des États-Unis, le Bureau étudie les circonstances dans lesquelles s'est produit cet accident. Le charbon pulvérisé se répand aujourd'hui très rapidement et remplace notamment le gaz naturel dont la production ne cesse de diminuer. On l'emploie dans les laminoirs pour chauffer les billettes, dans les grandes centrales de force pour produire la vapeur et dans la production du cuivre pour alimenter les fours servant à la fusion du minerai. Pour écarter tout danger d'explosion, il faut observer la plus grande propreté et empêcher toutes les accumulations de poussières aussi bien dans l'installation de pulvérisation que dans les bâtiments où l'on brûle le charbon pulvérisé. Les usines de pulvérisation du charbon doivent être parfaitement aérées et éclairées, là où on le peut on devrait installer des dispositifs de nettoyage par le vide. Il faut interdire l'emploi de toute lumière non renfermée dans et à proximité des installations de pulvérisation, et aussi défendre de fumer dans les bâtiments. Le séchoir et le four dessiccateur doivent être isolés de l'installation de pulvérisation. Les réservoirs de combustible doivent, quand c'est possible, être isolés des chaudières ou des fours ; ils doivent être hermétiquement fermés, et ne jamais être ouverts quand il y a une flamme dans le voisinage. Il faut munir ces réservoirs d'indicateurs renseignant leur contenance en charbon et prendre spécialement soin de ne pas surchauffer le charbon dans les séchoirs, où on doit installer des pyromètres enregistreurs permettant aux chefs de l'usine de se rendre compte de leur marche régulière. Il ne faut jamais arrêter la marche du séchoir tant qu'il renferme encore du charbon et ne jamais rallumer le feu avec du papier, des copeaux ou n'importe quel produit facilement combustible. Le charbon pulvérisé étant facilement porté à la combustion spontanée, à partir de 65° C. il ne doit pas être tenu plus de 18 heures dans un réservoir. En cas d'arrêt de plusieurs jours, il faut vider tous les dépôts. Si le charbon pulvérisé s'agglomère dans les réservoirs et les tuyaux de transport il faut se garder de le secouer à coups de marteau car on risque de faire perdre les joints. Tous les fils et câbles électriques doivent être enfermés dans des tubes. Tous les commutateurs doivent être disposés en dehors de l'installation de pulvérisation. Il faut prendre des précautions spéciales contre les étincelles pouvant se produire dans les mécanismes ayant un mouvement rapide.

On ne doit pas tolérer de poussière sur les ampoules électriques, et il faut toujours garantir les lampes portatives par un réseau de fil de fer. (*Iron and Coal Trade Review*, 9-4-26.) E. P.

Statistique

Statistique des naufrages de 1924. — Les statistiques des bateaux entièrement perdus, démolis, rebutés, etc. publiées par le Lloyd's Register font voir que durant l'année 1924 la réduction de tonnage dans la marine marchande du monde entier, s'est élevée à 1.016 bateaux de 1.857.679 tonnes sans y comprendre les bateaux de moins de 100 tonnes. Dans ce total, il y avait 777 steamers et bateaux à moteurs de 1.614.662 tonnes et 239 bateaux à voiles de 243.017 tonnes. La comparaison de ces chiffres avec ceux de 1923 fait voir une augmentation de 157.792 tonnes pour les steamers mais une diminution de 16.982 tonnes pour les bateaux à voiles, donc finalement une augmentation de 140.900 tonnes pour 1924. Cette augmentation finale dans les pertes annuelles est due surtout à l'augmentation des bateaux rebutés et dé-

Digitized by Google

molis, le tonnage s'en est élevé à 1.326.134 tonnes. Il dépasse de 185.927 tonnes celui de 1923 et forme le tonnage le plus élevé atteint jusque maintenant. En ce qui concerne les nationalités on note pour l'Angleterre 74 bateaux d'un tonnage total de 111.027 tonnes ou 0,58 % de son tonnage total. La marine japonaise a perdu 42 bateaux jaugeant 70.933 tonnes ce qui représente 1,85 % de sa marine. L'Italie, la France et la Norvège ont perdu 16, 25 et 22 bateaux de 38.810, 27.726 et 23.786 tonnes. Ces chiffres représentent 1,37, 0,79 et 0,95 % du tonnage total de chaque nation. L'Allemagne, la Suède et le Danemark ont perdu 0,78, 1,33 et 1,37 % de leur tonnage total. (*Engineering*, 28-8-25.) E. P.

Colonies

Edmond Doutté. — Avec Edmond Doutté vient de disparaître un des grands artisans de notre expansion marocaine. Naturaliste inné, il fut toujours un observateur averti, aussi bien au début de sa carrière dans l'administration algérienne, qui le conduisit en Petite Kabylie, que plus tard dans ses voyages à travers toute la France nord-africaine. Très tôt il se consacra aux études de sociologie locale, où s'harmonisaient ses premières tendances et son expérience du milieu berbère. Le champ de son activité l'amena, il y a bien des années déjà, à poursuivre une exploration méthodique du Sud du Moghreb. Scrutant avec perspicacité ce milieu si spécial, il ne tardait pas à y déceler, sous le masque de l'Islam, un vieux fond immuable de traditions, où se retrouvent encore des traits sociaux, qui avaient déjà frappé saint Augustin et d'autres écrivains de l'antiquité. C'est beaucoup à lui que nous devons d'avoir pu fixer cette physionomie des populations du Haut-Atlas, cristallisées au même stade féodal depuis de longues générations et que demain notre intense activité transformera peut-être radicalement.

Soucieux jusqu'à la fin de ses jours de sauver du grand tourbillon économique cette poussière du passé, il réunissait depuis la guerre une ample documentation ethnographique et anthropologique sur les populations sud-marocaines. Souhaitons que soit publiée cette œuvre, qui sera pour le pays chérifien ce qu'ont été, pour l'Algérie et la Tunisie, la synthèse de Berthelon et de Chantre, et, pour le Sahara, l'œuvre de Motylinski et de Foucauld, qui tous sont morts, comme Edmond Doutté, avant d'avoir pu assembler les matériaux patiemment accumulés au cours de longues années de labeur. L. Joleaud.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Projet d'utilisation de la force de la marée. — Dans un article exposé à la société des Ingénieurs anglais le 1er mars dernier, Beckett expose la construction d'un barrage complet dans l'estuaire de la Severn qui coûterait 3.605.000 livres (sans les turbines). Ce barrage outre la production d'énergie procurerait un passage dans l'estuaire pour les piétons et le chemin de fer. Les dépenses totales y compris les turbines, l'installation électrique, les lignes de transmission et les sous-stations s'élèveraient à environ 7.000.000 de livres. Il faudrait encore dépenser 5.000.000 de livres pour des travaux sur les rivières Wye et Angidy en vue d'emmagasiner de l'énergie pour les périodes où les turbines de la Severn ne travailleront pas. (*Iron and Coal Trades Review*, 12-3.26.) E. P.

Mines

Le développement de l'industrie des schistes bitumineux. — L'industrie des schistes bitumineux qui malheureusement végète en France, avec notre petite exploitation d'Autun, se développe activement en Écosse depuis un certain temps déjà, et en Esthonie, ces toutes dernières années du moins. Cette branche de l'activité économique, si délaissée pendant longtemps, par suite de difficultés techniques, en partie aujourd'hui résolues, va prendre un caractère mondial. La marine japonaise, représentée par la Compagnie du chemin de fer du Sud-Mandchourien, compte mettre très prochainement en valeur les schistes de la région de Fushun (Mandchourie méridionale), qui contiennent de 2 à 2 ½ % d'huiles lourdes. L'usine qui sera montée sur place, avec du matériel commandé en Écosse, a sa production à l'avance réservée pour la consommation nippone : on sait que de plus en plus les bateaux tendent à utiliser, comme combustible, le mazout, dont les prix, autrefois relativement bas, s'élèvent chaque jour davantage. Ainsi les conditions économiques nouvelles assurent, même en Extrême-Orient, la prospérité d'une industrie trop négligée dans notre pays. L. J.

Chimie biologique

Conservation des boissons fermentées. — On connaît les dangers de l'antiseptie des produits élémentaires; d'autre part, on sait que la stérilisation n'empêche pas la fermentation ultérieure des liquides sous l'influence de nouveaux germes, enfin si les déchets de la vie d'une culture microbienne permettent la préparation de solutions vaccinées ou immunisées, dites aussi, antivirus, antitoxines, etc...; on ne pouvait encore arrêter à un moment voulu, une fermentation en pleine activité.

Dans une intéressante communication présentée à l'Académie des Sciences, le 7 juin 1926, par M. Lindet, M. Boulard indique un procédé très simple qui sera certainement appliqué sur une grande échelle pour la conservation des vins et des cidres sucrés.

Soit un moût de vin par exemple tenant 250 grammes de sucre par litre; on fait fermenter par la méthode habituelle avec une ou plusieurs levures. Lorsque la fermentation est bien déclarée et que 20 ou 30 grammes de sucre ont été transformés en alcool, on chauffe le liquide pendant une heure environ à une température supérieure de quelques degrés seulement à la température mortelle de la levure ou des levures qui se trouvent dans ce vin. En règle générale, il suffit d'atteindre 45°. Le liquide est ensuite refroidi puis ramené à la température optima de fermentation; il est de nouveau ensemencé avec les mêmes levures puis lorsque la fermentation est de nouveau nettement déclarée, on le chauffe une seconde fois comme il a été précédemment indiqué.

Il suffit, en général, de trois opérations successives pour arrêter toute fermentation et pour rendre ensuite le liquide infermentescible, même après addition d'une quantité importante de levure et alors que la dose de

Digitized by Google

sucres non fermentés est encore supérieure à 150 grammes par litre.

En opérant sur des ballons contenant 500 cmc. d'un moût très favorable au développement des levures, on obtient le même résultat après trois traitements successifs et cela même si l'on emploie des doses énormes et croissantes de levure, soit par exemple : 20 grammes de levure pressée pour le premier ensemencement, 40 grammes pour le second, 60 grammes pour le troisième et 80 pour le quatrième.

Ce procédé est facilement applicable industriellement. Il permet de conserver des vins et des cidres aussi sucrés qu'on le désire sans risque de fermentation alcoolique ultérieure; de plus, les précipitations successives de levure agissent comme des collages et il en résulte que les liquides obtenus sont remarquablement clairs.

Une série d'expériences a montré que le phénomène s'applique à tous les ferments.

Cet arrêt que l'on obtient par fermentations successives d'un même milieu semble dû à plusieurs causes. La première serait l'accumulation des toxines dans le milieu ensemencé plusieurs fois, une autre serait l'appauvrissement de ce milieu liquide en substances indispensables à la vie des espèces microbiennes en question, appauvrissement qui n'est d'ailleurs ni mesurable, ni perceptible. Ed. M.

Chimie industrielle

La synthèse du pétrole à la pression ordinaire avec les produits de gazéification du charbon. — On a déjà essayé de transformer le charbon en huile par l'hydrogénation directe d'après les procédés Bergius et Billwiler ou bien par la catalyse des produits de la gazéification en employant les hautes pressions. La distillation habituelle du charbon, sous ses différentes formes, ne représente qu'une solution partielle de la question. On arrive aujourd'hui à utiliser les hautes pressions mais c'est toujours une difficulté pour les nouveaux procédés qu'on veut introduire dans l'industrie du charbon. Fischer et Tropsch viennent de trouver un procédé permettant de fabriquer tous les éléments du pétrole depuis la benzine jusqu'à la paraffine solide, d'une façon synthétique et sans employer de pressions élevées en partant des produits de gazéification du charbon.

Il y a déjà 24 ans que Sabatier et Senderens ont fait voir qu'en réduisant par catalyse l'oxyde de carbone en se servant de nickel comme catalyseur, on produisait du méthane. En employant d'autres catalyseurs, ces chercheurs constatèrent que pour des températures suffisamment basses, outre le méthane, on obtenait encore ses homologues non seulement gazeux mais aussi liquides et solides. L'essentiel c'était que l'on tînt la température en dessous d'une certaine limite; au-dessus, il se produisit du méthane. La température la plus favorable est, suivant les catalyseurs, de 200 à 300°. En étudiant la réaction, on parvint à en expliquer le mécanisme. On constata que l'oxyde de carbone produit d'abord du carbone au contact et forme du carbure. Ces carbures qui se présentent à l'état de division extrêmement fin sont décomposés par l'hydrogène du mélange gazeux de façon à régénérer le métal, tandis que le carbone est éliminé sous forme d'hydrocarbures. En traitant l'oxyde de carbone par catalyse, on a à faire avec une toute autre réaction que dans la catalyse à haute pression. Tandis que la catalyse à haute pression, à des températures bien plus élevées ne donne que des combinaisons oxygénées, qu'on n'a absolument pas dans la catalyse à une pression inférieure à la pression atmosphérique; on n'obtient que des hydrocarbures. Les catalyseurs les plus avantageux sont surtout ceux du huitième groupe du système périodique. Il faut les employer à l'état extrêmement fin, par des additions spéciales, on peut renforcer leur action et l'adapter à la synthèse de certains produits. C'est le nickel le moins actif, il opère surtout pour la formation de méthane. Le cobalt et le fer, par contre, donnent des hydrocarbures riches. En maintenant certaines températures de réaction, on peut empêcher complètement la formation de méthane. Pour rendre les catalysateurs plus actifs, on a employé avec succès les additions suivantes : le cuivre à l'état de poussière, puis les oxydes comme l'oxyde de chrome, l'oxyde de zinc, l'oxyde de beryllium, les terres rares, l'oxyde d'urane, la silice, l'oxyde d'aluminium, de magnésium, de manganèse, le charbon actif ou encore de faibles quantités d'alcalis ou de combinaisons alcalino-terreuses. Avec ces dernières additions, on peut même produire en quantité appréciable d'hydrocarbures solides et d'autant plus que la base ajoutée est forte.

Comme gaz, on peut employer du gaz à l'eau ou encore d'autres gaz contenant de l'oxyde de carbone tels que le gaz de gazogène, le gaz de haut-fourneau, ce dernier après lui avoir ajouté de l'hydrogène. Ce qui est important, c'est que tous ces gaz soient suffisamment débarrassés non seulement de l'hydrogène sulfuré mais aussi des autres combinaisons de soufre telles que le sulfure de carbone, pour empêcher l'empoisonnement du catalyseur.

Les hydrocarbures formés se séparent en partie d'eux-mêmes à l'état liquide aussitôt que le gaz de la réaction est suffisamment refroidi. La plus grande partie reste cependant à l'état de vapeur de benzine dans le gaz, on l'enlève par les moyens connus tels que l'adsorption par le charbon actif.

Les hydrocarbures que l'on ne peut liquéfier qu'en employant la pression, sont composés d'éthane, de propane et de butane. La benzine produite avec le gaz en se servant de charbon actif éliminée par la vapeur, donne un liquide clair comme de l'eau, stable à la lumière, d'odeur agréable, même au bout de plusieurs mois, il ne décèle aucune coloration jaune ni de résinification $D\frac{15}{4} = 0{,}6718$; sa valeur calorifique est de 11360 calories; son point de combustion propre est de 335° dans l'oxygène. L'analyse de l'ébullition a donné : commencement de l'ébullition : en dessous de 20°, jusqu'à 100°, 75,3 %, jusqu'à 150° 92,3 %; résidu : en volume 1,6 %, pertes 2 %. L'analyse montra qu'il n'y avait que des hydrocarbures.

Les hydrocarbures liquides séparés automatiquement avaient les caractéristiques du pétrole. $D\frac{20}{4} = 0{,}7804$, point d'ébullition : 170° jusque 250°, 49,2 %, jusque 330°, 83,2 %; résidu : 2,53 gr. = 12.8 volume %. La valeur calorifique d'une fraction s'éleva à 11.225 cal. gr. En employant un contact alcalisé de fer-cuivre, on put produire de fortes quantités de paraffine que l'on sépara de l'huile adhérente au moyen de l'acétone. Après une double cristallisation, la paraffine restait sans couleur et sans odeur, elle présentait un point de solidification de 61°.

Digitized by Google

A la théorie de ce procédé, il faut encore ajouter que d'après les essais faits jusque maintenant, on retirerait en premier lieu des carbures riches, des hydrocarbures contenant 3 ou 4 atomes de carbone, soit de l'oléfine ou de l'acétylène qui sous l'action des matières avec lesquelles ils viennent en contact comme les oxydes métalliques ou les alcalis se polymériseraient en hydrocarbures plus riches, ces hydrocarbures seraient enrichis en hydrogène et donneraient ainsi les hydrocarbures saturés depuis la benzine jusqu'à la paraffine. Avec ces catalyseurs qui forment beaucoup de benzine, il se produisait rapidement une diminution d'activité. Il faut attribuer ce fait à ce qu'il se forme des matières à point d'ébullition élevée, elles se déposent sur le contact et le paralysent. On peut enlever ces matières par un jet de vapeur ou d'air comprimé et rétablir l'activité primitive.

Pour la synthèse des hydrocarbures-benzine, on n'est pas lié uniquement au gaz à l'eau, mais on peut employer toutes les sortes de gaz renfermant de l'oxyde de carbone. On peut aussi employer les différentes sortes de charbon et de coke pour la fabrication synthétique des produits du pétrole. D'un mètre cube de gaz à l'eau, on peut, théoriquement, retirer 190 gr. d'hydrocarbures. Pour y arriver, il faut faire passer plusieurs fois le gaz sur le contact et chaque fois, retirer les éléments en réaction jusqu'à ce que tout l'oxyde de carbone soit épuisé. On peut cependant aussi conduire l'opération en ne faisant passer qu'une fois le gaz à l'eau sur le contact et produisant ainsi outre la benzine, du méthane et de l'huile à gaz. En extrayant la benzine, on obtient un mélange gazeux de 8.000 cal./m³ par suite de son haut pouvoir calorifique ce gaz conviendrait très bien pour les distributions de gaz. On pourrait ainsi transformer l'excédent des cokeries en gaz à l'eau puis ce gaz en pétrole et en un gaz d'éclairage.

Dans la fabrication des produits du pétrole, on obtient puisqu'on part de gaz exempt de soufre, des produits de choix qui n'ont pas besoin d'être raffinés. (*Stahl und Eisen*, 3-6.26.) E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 septembre 1926

HYDRODYNAMIQUE. — *Alfred Rosenblatt.* — **Sur les mouvements plans irrotationnels des fluides visqueux incompressibles.**

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *H. Pélabon* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur les contacts rectifiants.**

Le procédé le plus simple pour déposer les poudres calantes à la surface de l'un des métaux consiste à laisser tomber sur la surface polie du conducteur une faible masse de l'isolant en poudre très fine. On peut fixer les granules au moyen d'une solution étendue de caoutchouc ou de vernis pour métaux. La condensation de la vapeur d'un corps sublimable, l'écrasement de la flamme de certains gaz en combustion permettent d'effectuer des dépôts de soufre, de carbone, d'arsenic, de phosphore rouge, etc. L'isolant peut aussi être préparé sur la surface du métal par réaction chimique.

L'auteur a constaté qu'il y a généralement avantage à accroître la résistance électrique de l'un des conducteurs formant le détecteur : un moyen simple consiste à mélanger un isolant en poudre avec un conducteur également en poudre et à mouler l'ensemble en s'aidant s'il le faut d'une presse hydraulique. L. FRANCHET.

Séance du 13 septembre 1926.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Julius Wolf* (transm. par M. Emile Sorel). — **Sur une généralisation d'un théorème de Schwartz.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Valère Glivenko* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les surfaces d'aires finies.**

BALISTIQUE. — *Gossot* et *Liouville* (prés. par M. Paul Vieille). — **Sur les principes de la balistique intérieure.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Remarques sur la loi de distribution dans le temps des orages magnétiques.**

La présente Note a pour but de compléter les Notes précédentes et particulièrement celle intitulée : *Lois de distribution des orages magnétiques terrestres et loi de répartition correspondante des régions actives du Soleil.*

Les points d'émission corpusculaire, qui, dans le soleil, sont de véritables volcans ont leur origine dans trois couches placées sous la surface, qui ont respectivement, à partir de la plus basse, 6, 12 et 24 brisures par lesquelles leur matière s'échappe au dehors par intermittences ; ces brisures se manifestent avec force tous les onze ans.

Tous les grands orages S (de Maunder) ou non S sont conformes à la loi qui s'applique également aux petites perturbations.

L'étude du magnétisme terrestre permet de prévoir la distribution très régulière dans le soleil des points d'émission corpusculaire, mais il reste à déterminer la position exacte de ces points dans le soleil. D'après A. Buss l'émission corpusculaire serait dans la tache, mais l'auteur pense que les points d'omission sont liés aux régions du soleil qui offrent la raie D_3 de l'hélium noire.

La plupart des phénomènes solaires paraissent pouvoir être expliqués par le rayonnement corpusculaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *V.-N. Ipatief* et *B.-A. Mouromtsef* (transm. par M. Camille Matignon). — **Sur la réduction des combinaisons chromiques par l'hydrogène sous pression et aux températures élevées.**

Les auteurs ont cherché à obtenir un hydrate cristallin de l'oxyde de chrome. Les expériences ont porté sur K^2CrO^4, CrO^3, $Cr^2(SO^4)^3$, $CrCl^3$ en solution ordinairement binormales avec milieu neutre, acide ou alcalin. Certaines expériences ont donné de l'hydrate d'oxyde de chrome cristallisé Cr^2O^3, H^2O. Par réduction des solutions de K^2CrO^4, CrO^3 et $Cr^2(SO^4)^3$ en présence de SO^4H^2 libre, on a obtenu des combinaisons chromiques complexes très bien cristallisées que décrivent les auteurs.

Ils ont, en outre, cherché à obtenir des combinaisons complexes isomorphes du chrome et du fer. Par réduction du mélange d'acide chromique et de sulfate ferrique, on obtient un dépôt cristallin composé de cubes vert foncé, individuels ou maclés, très bien formés.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *F. Taradoire* (transm. par M. Ch. Moureu). — **L'oxydation rapide des huiles siccatives et les antioxygènes.**

L'auteur poursuit les recherches, dont il a antérieurement exposé les résultats (*C. R.* 182, 1926, p. 61), relatives aux corps doués de propriétés antioxygènes assez actives pour empêcher l'oxydation rapide des huiles siccatives. Pour ces nouveaux essais, il a utilisé de nouveaux produits organiques. Parmi ceux-ci, seuls les dérivés nitrosés de diphénylamine se sont montrés assez actifs pour empêcher les inflammations spontanées provoquées par l'oxydation des huiles siccatives. L. FRANCHET.

Digitized by Google

PHARMACOLOGIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur le prétendu sympathicotropisme de l'Uzara.**

La racine d'Uzara, qu'on sait être une Asclépiadacée africaine du genre *Gomphocarpus*, est regardée aujourd'hui par les thérapeutes comme un des plus puissants antidiarrhéiques connus.

Les recherches de l'auteur apportent la preuve décisive que l'azarine, son principe actif, qui est un glucoside, n'agit point en excitant les terminaisons périphériques du sympathique moteur et ne peut en aucune façon être comparée à l'adrénaline.

BIOLOGIE. — *Methodi Popoff*, *Minco Dobreff* et *George Paspaleff* (transm. par M. Henneguy). — **Sur le développement des œufs d'Oursin (*Strongylocentrotus lividus*) sous l'action des extraits de pollen de Quercus et de Calla.**

Les auteurs ont recherché si les extraits des cellules mâles des différentes espèces organiques n'agissent pas sur l'œuf de l'Oursin à la façon d'un très grand nombre de stimulants chimiques. Leurs expériences, au moyen d'extraits de pollen de Chêne (*Quercus Ilex*) et de *Calla æthiopica*, montrent qu'il faut distinguer deux phases dans la fécondation normale : la phase de stimulation cellulaire, qui est d'une action générale sans être nécessairement spécifique et qui détermine la segmentation et le développement ultérieur de l'œuf, et une seconde phase qui est strictement spécifique, intimement liée à la question de l'hérédité. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Institut océanographique. — L'institut océanographique ouvre un concours doté de 15.000 francs de prix destinés à récompenser les auteurs de mémoires préconisant un plan susceptible soit d'améliorer la conservation du poisson, soit d'abaisser son prix de revient, soit d'inciter à sa consommation. Les mémoires, rédigés en français, devront être adressés au secrétariat de l'Institut océanographique, rue Saint-Jacques, 195, avant le 31 décembre 1926.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Par arrêté, en date du 20 septembre 1926, M. Cavalier, Directeur de l'Enseignement supérieur, a été chargé de représenter le Ministre de l'Instruction publique au grand Conseil prévu par la fondation nationale pour le développement de la Cité universitaire, en remplacement de M. Coville, admis, sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite.

Le Dr Austregesilo, Député fédéral, membre de l'Académie des Lettres brésiliennes, professeur à la Faculté de Médecine de Rio de Janeiro, vient de déposer un projet de loi, portant ouverture d'un crédit de 1.000 contos (6.250.000 fr. au cours actuel du change), pour la fondation à Paris d'une « Maison des Etudiants brésiliens ».

Cette maison s'élèvera dans la Cité universitaire de Paris qui comprend déjà, outre la fondation Emile et Louise Deutsch de la Meurthe, les maisons des Etudiants canadiens, des étudiants belges, des étudiants argentins, où les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, la Suisse, nombre d'autres pays encore, auront un jour prochain leur pavillon pour leurs étudiants respectifs.

L'exposé des motifs du projet de loi déposé par le Professeur Austregesilo est un magnifique hommage rendu à l'influence intellectuelle de la France.

« Le pays, écrit le Dr Austregesilo, qui s'est inspiré des idées philosophiques françaises pour la forme de son Gouvernement, qui a marqué sur son calendrier le 14 juillet comme fête nationale ; qui a grandement aidé à la construction de l'Institut Pasteur à Paris ; qui a créé l'Institut franco-brésilien de Haute Culture ; qui s'est allié à la France aux heures difficiles de la Grande Guerre, ne peut pas s'abstenir de contribuer de plus en plus à l'affermissement de ce lien d'amitié spirituelle entre les Universités nationales et la grande Université parisienne, entre l'esprit brésilien et l'esprit français. »

École normale supérieure. — Les cadres du personnel sont modifiés ainsi : 10 préparateurs agrégés au lieu de 9. (J. O.)

Facultés de Médecine. — L'ouverture du concours pour l'obtention des bourses de doctorat en médecine aura lieu au siège des Facultés de Médecine et des Facultés Mixtes de Médecine et de Pharmacie, le 25 octobre prochain.

Université de Lyon. — Par décret en date du 22 septembre 1926, M. Gheusi (Pierre-Joseph-Charles), recteur de l'Académie de Clermont-Ferrand, est nommé recteur de l'Académie de Lyon, à dater du 1er octobre 1926, en remplacement de M. Cavalier, appelé à d'autres fonctions. (J. O.)

Université de Montpellier. — Les titres des chaires ci-après désignées de la Faculté de Pharmacie sont modifiées comme suit :

ANCIEN TITRE	NOUVEAU TITRE
Chaire de botanique et histoire naturelle.	Chaire de zoologie et microbiologie.
Chaire de matière médicale (fondation de l'Université).	Chaire de botanique et matière médicale (fondation de l'Université).

L. F

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mécanique analytique et théorie des quanta, par G. JUVET. In-8° de 151 pages. Albert Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Cet ouvrage se subdivise en deux parties.

La première est l'exposé des méthodes de la mécanique analytique : équations canoniques déduites des équations de Lagrange, relations avec l'action hamiltonienne, équation et théorème de Jacobi, transformations canoniques et invariants intégraux, forment la matière des quatre premiers chapitres. Les trois suivants traitent respectivement des cas classiques où l'équation de Jacobi peut s'intégrer élémentairement, puis des méthodes qu'a fait naître le développement moderne de la Mécanique Céleste, notamment celle de la variation des constantes, celle de Delaunay, enfin et surtout les méthodes de Linstedt et Bohlin, perfectionnées par H. Poincaré.

La seconde partie suppose connue la justification des hypothèses par lesquelles M. Bohr a rendu compte des raies spectrales, et développe suivant ces hypothèses la Mécanique de l'Atome, système formé d'un noyau positif, épuisant à lui seul la presque totalité de la masse, et d'électrons négatifs, doués les uns et les autres d'une charge invariable, dont celle du noyau est un multiple (ayant pour rang le nombre atomique). On admet que les actions exercées par chaque partie constitutive de l'atome sur les autres se réduisent aux actions électrostatiques régies par la loi de Coulomb. On cherche

Digitized by Google

alors l'intégrale générale des équations du mouvement des électrons autour du noyau, puis on passe à la *quantification*, qui consiste à déterminer les constantes d'intégration de manière à obtenir les trajectoires stationnaires. Le rayonnement de l'atome se produit lorsqu'un électron passe d'une trajectoire stationnaire à une autre, et la fréquence de la radiation émise est le quotient de la perte d'énergie résultant de ce passage par la constante de Planck. Il y a donc autant de fréquences possibles que de passages possibles d'une orbite stationnaire à une autre.

Telles sont les idées à la base des derniers chapitres, où l'auteur étudie successivement : les problèmes à un degré de liberté (atome d'hydrogène, atome d'hélium ionisé, atome de lithium doublement ionisé), les problèmes à deux degrés de liberté (orbites képlériennes et effet Stark), la quantification des systèmes quasi périodiques, les invariants adiabatiques, et les applications de la théorie des perturbations à la quantification.

Il y a là une riche matière, bien présentée au point de vue mathématique et bien faite également pour susciter la curiosité et la légitime attention de lecteurs nombreux.

G. Bouligand.

Le problème de Pappus et ses cent premières solutions, par A. Maroger. In-8° de 386 pages, avec figures. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Comme le dit fort bien M. Paul Montel dans sa belle préface, ce livre appartient à ce genre d'ouvrages, où l'auteur part d'une question simple et d'aspect familier, élève peu à peu le sujet en montrant comment cette question se rattache à différentes doctrines. Effectivement, M. Maroger s'est habilement servi du problème de Pappus pour donner au lecteur l'occasion d'approfondir de nombreuses et intéressantes théories empruntées soit à l'algèbre, soit à la géométrie analytique, soit à la cinématique. Il a écrit de ce fait un ensemble extrêmement captivant, susceptible d'exercer l'influence la plus heureuse sur la formation des étudiants et des candidats aux Grandes Écoles.

G. Bouligand.

Probabilités géométriques (fasc. II du tome II du Traité des Probabilités de M. Émile Borel), par R. Deltheil. In-8° de 123 pages; Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 26 fr. 40.

Lorsqu'on aborde les problèmes de probabilités continues, il est classique qu'une fonction positive arbitraire se trouve en facteur dans l'expression de la probabilité élémentaire : dans la plupart des cas (exception faite de certains exemples signalés par H. Poincaré) cette fonction influence le résultat. L'ouvrage de M. Deltheil s'inspire de l'idée suivante, déjà développée par l'auteur dans sa Thèse : pour une classe étendue de problèmes géométriques, il est possible de lever l'indétermination précédente en écrivant que le résultat demeure invariant par tout déplacement. Ce point de vue rattache les probabilités géométriques à la mesure des ensembles, en même temps que le problème se trouve relié à la théorie des groupes. Ces considérations générales forment la matière des deux premiers chapitres et sont ensuite appliquées à des cas particuliers : problèmes relatifs à des points (chap. III), problèmes relatifs aux droites du plan, et notamment problème de l'aiguille de Buffon, théorèmes de Crofton (chap. IV), problèmes de l'espace, relatifs à des ensembles de droites, ou à un ensemble de plans, ou encore à la position d'un solide (chap. V), problèmes sur la sphère de l'espace à m dimensions.

Ce livre dépasse singulièrement tant par la variété des questions qu'il aborde que par l'élévation des idées directrices le cadre des ouvrages anciennement consacrés à des sujets analogues. Il contribue à donner un vif éclat à la nouvelle collection de M. Émile Borel.

G. Bouligand.

Éléments de géométrie analytique, par A. Tresse. In-16 de 200 pages avec figures. (*Collection A. Colin*) Colin, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

L'ouvrage de M. Tresse se recommande par sa simplicité et sa clarté, obtenues par l'Introduction des notions élémentaires du calcul vectoriel. Par elles, l'exposé des méthodes de la géométrie analytique se trouve notablement facilité, et l'on atteint sans effort des questions jadis réputées ardues.

Pour s'en convaincre, il suffit de voir la précision que l'auteur a pu ainsi donner à la théorie des courbes planes, en étudiant notamment les tangentes, la concavité, la courbure, en coordonnées cartésiennes ou polaires. Dans le même esprit, un chapitre substantiel a été consacré aux courbes gauches et aux surfaces. Les points essentiels relatifs aux courbes et surfaces du second degré sont clairement indiqués.

Je ne veux pas oublier de signaler l'heureux et abondant choix d'exercices, qui agrémente le texte.

G. Bouligand.

Géométrie et relativité. Ch. Audoin. Un vol. in-16 de 48 pages. Les Presses Universitaires de France, Paris, 1925. — Prix : 15 francs.

Ce petit livre contient un intéressant exposé, historique et philosophique, de la théorie de la Relativité, ou tout au moins de ses éléments essentiels. « Pour comprendre la géométrie mécanique et physique d'Einstein, écrit l'auteur, il faut mettre en relief les différents postulats de ces sciences, leur élimination progressive nous conduit à l'Univers de la Relativité généralisée. » Le livre est le développement de ce programme et montre bien que la théorie nouvelle est inspirée par un désir de simplification, par la recherche de l'unité synthétique de la Science. En définitive on peut conclure avec Weyl que « le rêve de Descartes d'une physique purement géométrique semble se réaliser d'une manière naturelle et imprévue. »

G. B.

Théorie de la vie. La Psychologie neurale, par Pierre Jean. In-8° de 290 pages avec 14 figures dans le texte. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

« Tout est conscience dans l'organisme, et tout est mémoire. » Telle est l'hypothèse que l'auteur avait appliquée dans un précédent volume à l'étude de la vie organique, et qu'il applique dans celui-ci à l'analyse de la psychologie du système nerveux. Elle l'amène à prendre position à la fois contre le mécanisme et contre le spiritualisme, à rétablir l'importance du point de vue finaliste en Biologie et à brosser un tableau très cohérent et très clair des grandes fonctions mentales : intelligence, inconscient, instincts, mouvements réflexes et volontaires, perceptions, affections etc... pour terminer par une curieuse théorie volontariste de la conscience et de la vie.

Il n'y a que deux modes d'explications possibles, en toutes matières : par l'inférieur ou par le supérieur. M. Pierre Jean a franchement adopté le second. Que ce système soit aussi logique et même souvent plus satisfaisant pour l'esprit que le postulat mécaniste, c'est ce qui est démontré ici de la façon la plus saisissante.

Digitized by Google

Peut-être est-il moins neuf que ne le pense l'auteur, et aisément rattachable à la tradition aristotélicienne. Du moins est-il poussé ici jusqu'à ses dernières conséquences et mis en harmonie avec les résultats des recherches les plus récentes. Reste à savoir s'il se montre d'une suffisante fécondité pratique : c'est ce qu'on ne manquera pas de contester à l'auteur, comme on lui contestera certaines des applications qu'il a cru pouvoir faire de son hypothèse à l'esthétique et à la morale.

R. T.

Les théories de l'architecture, par Miloutine Borissavlievitch, professeur d'esthétique de l'architecture à l'École des Hautes Études Sociales. In-8° de 300 pages avec 57 figures (*Bibliothèque scientifique*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

L'ouvrage de M. Borissavliévitch n'est pas seulement une œuvre historique, elle est aussi une œuvre critique. L'auteur s'est proposé pour but de prouver que l'esthétique est possible en tant que science exacte et il énonce les premières lois de cette nouvelle science. Tous les esthéticiens ont soutenu que le sentiment esthétique est quelque chose de purement individuel donc irréductible à la recherche scientifique. M. Borissavliévitch s'efforce de prouver le contraire et applique à l'esthétique de l'architecture le résultat de ses recherches. Dans l'Introduction, il expose le point de vue scientifique de cette nouvelle conception. Dans le corps de l'ouvrage, il examine toutes les théories de l'architecture, depuis Platon jusqu'à nos jours, en les jugeant au point de vue de leur valeur scientifique. Dans la conclusion, il résume ses vues critiques et passe en revue toutes les méthodes qui ont été suivies jusqu'à présent dans l'investigation de l'esthétique de l'architecture. En résumé, l'ouvrage représente à la fois une histoire complète de l'esthétique de l'architecture et l'essai d'une esthétique scientifique de cet art.

Une bibliographie raisonnée termine le volume.

L. Fr.

Usines hydroélectriques, par Charles-L. Duval et J.-L. Routin. In-8° de 508 pages avec 317 figures. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : 60 francs.

Les lecteurs de la *Revue Scientifique* se souviennent du remarquable numéro édité l'an dernier et consacré entièrement à la Houille Blanche. Si l'intérêt — passionné presque — prêté en France après la guerre à l'aménagement de nos chutes d'eau s'est un peu calmé, si même la construction des usines hydroélectriques se trouve actuellement ralentie du fait des circonstances économiques, il n'en reste pas moins qu'un grand intérêt national s'attache à l'utilisation intégrale de nos ressources hydrauliques et qu'un ouvrage tel que celui publié par MM. Duval et Routin mérite de retenir l'attention de ceux dont l'horizon n'est pas limité à un étroit avenir : il représente en effet l'état présent de l'usine hydroélectrique, tant en France qu'à l'étranger. Négligeant systématiquement ce qui concerne l'exploitation des réseaux de transport, dont les côtés techniques, économiques et commerciaux sont examinés dans un autre volume de la même collection, laissant de côté les particularités constructives des machines motrices et génératrices, l'auteur de la première et la plus importante partie, M. Duval, a voulu simplement réunir un ensemble descriptif des dispositions particulières aux stations hydroélectriques, en motivant, pour chaque cas, les raisons techniques des diverses modalités. Comment les nécessités de l'exploitation justifient la construction de réservoirs d'accumulations, comment les incidents de la consommation obligent à prévoir en conséquence les organes des machines ou des conduites, pour quelles raisons l'ingénieur adopte-t-il tel type de turbine ou tel armement d'usine, quels sont enfin l'état et les tendances présents de la construction hydrotechnique, tels sont les principaux sujets dont le lecteur, même non spécialisé, aura grand intérêt à suivre le développement.

La deuxième partie — très courte, elle ne contient que 30 pages — a été rédigée par M. J.-L. Routin. Le lecteur non prévenu qui parcourra cette étude pourra ne pas se douter de l'importance des travaux de l'auteur en la matière ; peut-être la rédaction un peu brève ne lui laissera-t-elle pas soupçonner tout l'intérêt que présente la régulation des groupes électrogènes et les difficultés rencontrées et vaincues dans l'établissement des régulateurs. Il est vrai qu'à l'heure actuelle il est si rare de rencontrer un auteur qui ne s'exagère pas l'importance de ses propres travaux, que le défaut inverse vaut au moins d'être signalé.

A. F.

Chemins de fer électriques, par A. Bachellery. In-8° de VII-445 pages, avec 224 figures. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : 60 francs.

Ce volume de l'Encyclopédie d'Électricité Industrielle est consacré aux installations de chemins de fer électriques envisagées du point de vue particulier à l'Ingénieur ferroviaire. L'auteur a, comme on sait, présidé aux études et aux expériences faites par la Compagnie des Chemins de fer du Midi en vue d'adapter à l'emploi de la traction par courant continu le programme primitivement conçu pour l'emploi du courant monophasé. C'est le fruit de son travail qui est aujourd'hui présenté au lecteur. Le plan suivi est d'ordre « chronologique » : l'ouvrage décrit successivement la production de l'énergie, son transport aux sous-stations, sa transformation, les lignes de transport du courant continu, les prises de courant, les moteurs de traction et l'appareillage électrique, la transmission de l'énergie aux essieux, les locomoteurs eux-mêmes. Viennent enfin les chapitres relatifs à l'exploitation du réseau électrifié et l'établissement des avant-projets de chemins de fer électriques.

Un spécialiste seul peut apprécier justement la documentation et l'originalité de ce livre. En revanche le lecteur suffisamment averti des choses de l'électrotechnique ne manquera pas d'être frappé par l'aspect si particulier qu'imposent à ces problèmes les exigences de la traction ferroviaire : la consistance et l'armement des usines, l'équipement des lignes et des voies, doivent être, dès la conception de l'avant-projet, prévus pour le trafic maximum futur ; la nécessité de réaliser de grandes vitesses ou d'entraîner des trains lourdement chargés oblige à modifier profondément les organes de prise de courant ou les moteurs du type habituellement employés dans la traction électrique urbaine. Le chapitre sur l'exploitation des chemins de fer électriques est à citer particulièrement dans cet ordre d'idées ; le lecteur y trouvera un remarquable exposé des propriétés spéciales au nouveau mode de traction, et de la façon dont les services d'exploitation, non seulement se plient aux exigences de l'électricien ferroviaire, mais aussi obtiennent le meilleur rendement des installations où certains voient déjà le mode de transport de l'avenir. M. Bachellery montre à ces derniers que la traction électrique doit être réservée aux lignes à fort trafic. Ce n'est certes pas un des moindres mérites de l'ouvrage que d'avoir à tout instant précisé les limites d'emploi de l'électricité en

Digitized by Google

général, de telle forme de courant, de tel type de moteur, de tel genre d'appareillage en particulier. Rares sont ceux qui pouvaient écrire un tel livre, dont [à part l'ouvrage de Blondel et Dubois paru vers 1900], l'équivalent n'existait pas en France. A. F.

Régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central, par A. Nesst et L. Nisolle, Ingénieurs des Arts et Manufactures. In-4° de 170 pages avec figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Le calcul d'une installation de chauffage central est effectué d'ordinaire en admettant un fonctionnement ininterrompu des appareils. Il y a intérêt à rechercher les dispositions les plus économiques pour le cas où l'occupation des locaux doit être intermittente. Tel est précisément l'objet de ce livre.

Les auteurs ont abordé le problème par l'analyse, conformément aux idées de Fourier et aux perfectionnements qu'elles ont reçus dans des travaux récents; ils ont appliqué concurremment à ces idées la méthode des différences finies, dont la physique mathématique fait chaque jour un usage plus fréquent. Ils ont obtenu par ces deux méthodes des résultats d'une application facile dans la pratique, dépassant singulièrement en précision les directives les plus récentes de la technique allemande en ces matières. Faute de pouvoir entrer dans plus de détails, indiquons les grandes subdivisions du livre : problèmes de chauffage en régime non permanent, chauffage continu d'un mur, chauffage continu d'un bâtiment (période de mise en train), chauffage périodique d'un système (application au chauffage intermittent des bâtiments), méthode des petites différences, chauffage à intensité variable d'un système (application à l'étude des essais de chauffage central). Des tables, dressées en vue des calculs courants, complètent ce volume.

G. Bouligand.

Les fleurs de la Côte d'Azur, par L. Marret. In-12 relié de 428 pages avec 97 planches en couleurs, 450 figures et 15 planches en noir. (*Encyclopédie pratique du Naturaliste*, t. XXI.) Paul Lechevalier, éditeur, 12, rue de Tournon, Paris. — Prix : 40 fr.

Il suffit de parcourir ce nouveau volume de M. Marret pour être persuadé qu'il aura le même succès que celui dans lequel il a décrit les fleurs des montagnes. De même que son aîné, il s'adresse aussi bien aux botanistes qu'aux touristes; les premiers y puiseront de précieuses indications avec la flore de la région méditerranéenne et la biologie des espèces qui la constituent, tandis que les seconds s'en serviront comme d'un guide qui rendra plus intéressantes leurs excursions et plus attrayant leur séjour dans la région qui s'étend de Toulon à Menton.

Les uns et les autres trouvent d'ailleurs dans cet ouvrage des pages fort bien documentées sur les cultures et les industries agricoles de la Côte d'Azur : exploitation du chêne-liège, industrie de la fleur coupée, cultures de primeurs, industrie des parfums, oléiculture, sériciculture, etc...

L'étude d'ensemble de la flore ainsi que sa répartition suivant la nature du terrain et les conditions climatiques occupe plus de 180 pages. La végétation caractéristique des différents secteurs du littoral est étudiée ensuite dans trois chapitres comportant 80 pages; presque tout le reste du volume est consacré à la description des espèces cultivées (ornementales, industrielles ou alimentaires) et aux renseignements d'ordre industriel ou agricole. Les trente dernières pages ont été réservées à des cartes, à des tables et à des index des noms scientifiques ainsi que des noms vulgaires, en sept langues, des espèces décrites. J'ai à peine besoin d'ajouter, tant c'est de tradition dans l'*Encyclopédie pratique du Naturaliste*, qu'une illustration aussi abondante que soignée contribue largement à l'intérêt de cet excellent ouvrage, que nous voudrions voir suivi de nombreux volumes dans lesquels M. Marret continuerait, sur le même plan, la description botanique et agricole des régions les plus caractéristiques de notre terre de France. A. Berthelot.

A dictionary of the flowering plants and ferns, par J.-C. Willis, Docteur ès sciences, *Cinquième édition*. In-16 relié de 782 pages avec figures. Cambridge University Press, Fetter Lane, London E. C. 4. Prix : 20 sh.

Cet ouvrage très apprécié des botanistes de langue anglaise est un excellent dictionnaire des noms latins et anglais des plantes phanérogames et des fougères, ainsi que des termes techniques qui les concernent; il est aussi un manuel et un aide-mémoire de classification pour les familles, genres et espèces auxquels il est consacré. Toutes les familles de phanérogames et de cryptogames vasculaires y sont l'objet d'une courte monographie. Dans un appendice de 54 pages on trouve même une clé des familles de plantes à fleurs basée sur la classification adoptée par Englet dans ses « Pflanzenfamilien ». Cette nouvelle édition a été revisée; une cinquantaine de pages ont été l'objet de modifications dans leur rédaction, suivant un plan qui sera peu à peu adopté pour l'ensemble de l'ouvrage.

Ce volume présente un intérêt particulier pour tous les Français qui ont à parcourir des publications anglaises de Botanique, car il leur permettra de trouver facilement à quelles désignations scientifiques correspondent des noms vulgaires qu'ils chercheraient souvent en vain dans les dictionnaires anglais qui ne sont pas rédigés par des spécialistes. A. B.

Les engrais. Manuel de l'acheteur et du vendeur, par A. Couturier et J.-H. Lucas. In-16 de 246 pages avec 17 gravures. Édité par le *Bureau d'Études économiques industrielles et agricoles*, 16, rue de Miromesnil, Paris. — Prix : 5 fr. 50.

En dépit d'une situation favorable, au point de vue de la production des engrais, leur emploi ne s'est pas généralisé en France, autant que dans les pays voisins, mais si nos agriculteurs étaient mieux renseignés sur leur nature et leur effet, il est probable qu'ils utiliseraient, au moins trois fois plus d'engrais phosphatés, cinq fois plus d'engrais azotés et dix fois plus de sels de potasse.

C'est à leur intention que les auteurs ont rédigé ce Manuel dans lequel ils examinent la fabrication, la composition et le mode d'emploi des engrais du commerce. Ils ont ajouté un chapitre relatif aux dispositions législatives, réglementant la vente en vue d'une protection contre la fraude. L. Ft.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 20 — 64e ANNÉE — 23 OCTOBRE 1926

ATOMES ET NOYAUX ATOMIQUES (1)

Au premier livre de son poème, Lucrèce, le chantre des atomes, après avoir exposé avec un art admirable la doctrine atomique de Leucippe et de Démocrite, s'arrête un peu à combattre les arguments des premiers philosophes qui ont admis la doctrine aristotélicienne. D'un seul d'entre eux, Empédocle d'Agrigente, il parle avec admiration et respect, et, le mentionnant, il sent le besoin d'évoquer la terre natale, « le sol doux, orné de courtoisie et de générosité, qui forme la nation; où abondent les hommes illustres et les biens de toute espèce ».

Après presque deux millénaires, en nous recueillant pour la célébration solennelle du centenaire de Stanislas Cannizzaro, nous sentons encore un sentiment immuable d'admiration pour la Terre élue qui a donné à la Patrie Italienne, en tous temps, des hommes éminents dans tous les champs de l'activité humaine.

A elle, nous rendons l'hommage de toute notre reconnaissance pour avoir tiré de son sein cet esprit particulièrement lucide qui — dans une atmosphère d'incertitude et de doute — a su voir clairement et mettre en évidence l'intime harmonie des phénomènes, et a jeté solidement les bases d'un corps de doctrines tel qu'il constitue une des plus belles conquêtes de la pensée moderne.

Venus pour honorer le plus grand chimiste italien, que la science universelle vénère entre les plus grands fondateurs de la doctrine des atomes, il nous a semblé que nous ne pouvions rendre un meilleur hommage à sa mémoire qu'en dressant un exposé synthétique des progrès qui, dans le premier quart de ce siècle, ont démontré la vitalité d'une théorie qui, grâce à Avogadro et à Cannizzaro constitue le plus grand titre de gloire de la chimie italienne.

Et je ne puis accomplir une tâche plus agréable pour rendre hommage à la mémoire vénérée de mon illustre maître que de démontrer la fécondité de l'idée à laquelle il s'est attaché avec une incroyable assurance malgré l'incrédulité qui persistait encore de son temps et qui atteignit son point culminant avec l'attitude sceptique d'Oswald dans son fameux discours de Faraday, de 1904.

Le chimiste de Leipzig essaya en cette occasion de démontrer comment il serait possible de déduire les lois stechiométriques d'une manière indépendante de toute hypothèse sur la structure atomique de la matière et seulement en se basant sur le principe de l'énergétique.

Wilhelm Ostwald était alors au summum de son autorité scientifique et son discours, lancé au monde savant du haut d'une chaire si renommée, devait être considéré par beaucoup comme l'annonce d'une ère nouvelle dans laquelle la recherche scientifique changerait complètement de direction, et où, les vieilles conceptions étant épuisées, on puiserait à une nouvelle source de nouveaux motifs de progrès.

Stanislas Cannizzaro arrivait à cette époque à la fin de sa longue et lumineuse existence et il semblait qu'une injuste destinée voulait lui réserver l'amertume d'assister à la disparition de ses

(1) Conférence faite au Congrès de l'Association italienne de Chimie générale et appliquée tenu à Palerme le 23 mai 1926.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

propres conceptions scientifiques. Mais la clarté de sa vision ne diminua pas, et, quoique impressionné, il ne cessa d'inciter ses élèves à approfondir l'étude des nouvelles doctrines pour qu'ils puissent mettre en évidence dans les conceptions adverses, les défauts dont il pressentait l'existence.

Ce fut alors, en effet, que silencieusement, et d'une manière en apparence insensible, se prépara un avenir lumineux pour la théorie atomique. Et le discours du chimiste de Leipzig qui semblait le commencement d'une nouvelle doctrine, ne fut que l'effort final contre l'intuition géniale de la doctrine atomistique.

***

La théorie cinétique des gaz était arrivée à cette époque à des conclusions extraordinairement intéressantes sur les grandeurs atomiques et moléculaires. Elle avait calculé la vitesse avec laquelle les molécules se meuvent, et le nombre de chocs qu'elles subissent par seconde ; elle en avait fixé les dimensions, et par suite leur nombre par centimètre cube. Mais elle était arrivée à des valeurs qui par leur grandeur ou leur petitesse démesurée, au lieu d'accroître la foi dans l'existence des atomes, avaient renforcé l'opinion que les atomes et les molécules étaient le fruit de la fantaisie.

Ainsi, par exemple, les molécules d'anhydride carbonique auraient dû se mouvoir à la température ordinaire avec une vitesse moyenne de 394 mètres par seconde ; elles auraient dû subir par seconde environ 7 milliards de chocs ; leur rayon aurait été d'un ordre de grandeur de 10^{-8} cm. Il en aurait fallu 27,2 trillions pour remplir un espace de 1 cmc. à 0° et 76°. Ce sont là des nombres extrêmement grands ou extrêmement petits, et pour se faire une idée juste des grandeurs qu'ils représentent, il faut prendre quelques points de comparaison. Le diamètre de la terre est d'environ 12,7 millions de mètres, celui d'une balle de tennis d'environ 6,5 centimètres, celui d'une molécule d'anhydride carbonique de 0,3 millionième de millimètre. Le diamètre de la balle de tennis est donc 200 millions de fois plus petit que celui de la terre, mais 200 millions de fois plus grand que la molécule d'anhydride carbonique.

D'autre part le nombre de molécules contenues dans un centimètre cube de gaz est si grand que si, par des moyens plus parfaits que ceux dont on dispose aujourd'hui, on abaissait la pression à un dix millionième d'atmosphère, il y aurait encore trois milliards de molécules par centimètre cube : plus de molécules dans un centimètre cube que d'hommes à la surface de la terre.

Ces valeurs expliquent l'impossibilité où l'on s'est toujours trouvé de rendre visibles les molécules. Les plus petits corps que l'on puisse observer au microscope avec quelque netteté sont de l'ordre de grandeur de un cinq millième de millimètre. Par diffraction de la lumière, au moyen de l'ultramicroscope, on peut encore rendre visibles des particules vingt fois plus petites. Mais même si l'on réussissait par ce procédé à atteindre des dimensions cent fois plus petites, on ne pourrait pas apercevoir les molécules à cause de la grande vitesse avec laquelle elles se meuvent, même aux températures les plus basses accessibles à l'observation.

Cette conclusion n'avait pas été suffisante pour éliminer le doute sur l'existence réelle des atomes, si bien qu'au commencement du siècle le scepticisme persistait, malgré les progrès merveilleux que la conception atomique avait permis de réaliser, en chimie organique tout particulièrement. Toute une série de grandes découvertes se sont succédé dans ce premier quart de siècle et ont élargi d'une manière inespérée le champ de nos investigations. Aujourd'hui, en effet, on a réussi à observer l'action des atomes, chacun en particulier ; ceux-ci sont donc devenus directement accessibles à l'observation et tout doute sur leur réalité a définitivement disparu.

***

Un premier phénomène dont l'explication a exercé une influence énorme sur l'histoire de la théorie moléculaire et atomique, est le mouvement brownien, ce mouvement irrégulier et incessant que possèdent les fines particules solides en suspension dans un liquide.

Son allure et ses caractéristiques font naître l'idée qu'il doit être de la nature des mouvements désordonnés et incessants que la théorie cinétique assigne à toute molécule des gaz et des liquides. S'il en est ainsi, l'énergie cinétique moyenne des particules en suspension devrait être égale à l'énergie cinétique des molécules du milieu qui les entoure ; la mesure de l'énergie cinétique moyenne d'une de ces particules devrait suffire pour obtenir le nombre de molécules contenues dans une molécule-gramme, ce qui est le problème central de la théorie atomique.

La question ne pouvait certes pas être attaquée par voie directe, cependant elle conduit à la solution du problème.

On peut en effet tourner la difficulté de la détermination de la vitesse vraie d'une particule en mouvement brownien, en utilisant le déplacement moyen des granules. Ce déplacement, joint à la grandeur des granules et à la viscosité du liquide, permet, selon les développements ingénieux d'Einstein, le calcul de N. Les expériences que Perrin

Digitized by Google

exécuta avec une habileté merveilleuse, donnèrent pour N la valeur $68{,}5.10^{22}$, en concordance extraordinaire avec celle déduite de la théorie cinétique (60.10^{22}).

D'autre part, Perrin, examinant la répartition verticale des granules d'une émulsion de mastic et de gomme gutte, trouva qu'il suffisait de se déplacer de quelques microns en hauteur pour réduire de moitié le nombre des particules tandis que dans l'air il faut s'élever de 5 à 6 kilomètres pour réduire de moitié la pression, et par suite le nombre des molécules. La masse des granules de l'émulsion comparée à celle des molécules de l'air est dans le rapport de 5 kilomètres à 30 microns, donc environ 167 millions de fois plus grand.

Ce résultat introduit dans la formule de la réfraction de Laplace, donne encore pour N une valeur de $68{,}2.10^{22}$.

Des valeurs de cet ordre se déduisent des phénomènes les plus disparates.

Planck avait donné l'expression du rayonnement d'un corps noir en fonction de la température. Cette expression contient une grandeur qui représente le rapport entre la constante des gaz et le nombre des molécules dans une molécule-gramme ; cette grandeur peut s'obtenir avec beaucoup de précision en déterminant soit la radiation totale d'un corps noir, soit l'intensité d'une radiation d'une région donnée du spectre à diverses températures. Les mesures les plus précises ont donné pour N, par ce procédé, 64.10^{22}. La concordance avec les valeurs de N indiquées plus haut ne pourrait pas être plus impressionnante.

Encore : Millikan a réussi à mesurer avec une extrême exactitude la charge électrique élémentaire en observant la vitesse de chute de petites gouttes d'huile entre les plateaux d'un condensateur. De la valeur trouvée, il déduit pour N 60.10^{22}.

C'est ainsi que l'optique et l'électricité contribuèrent à confirmer l'atomisme.

Mais nulle part l'introduction de la conception atomique ne s'est révélée plus indispensable que dans la radioactivité.

Rutherford fut conduit à attribuer les phénomènes de la radioactivité à une sorte d'explosion des atomes, accompagnée d'une émission d'atomes d'hélium et d'électrons, et à la formation d'atomes de nouveaux éléments. Cette théorie qui en venait à admettre la possibilité de la transformation d'un élément en un autre, contrairement à ce que la science avait fini par reconnaître comme dogme, se montre extraordinairement apte à l'interprétation des phénomènes radioactifs.

Les rayons α sont des atomes d'hélium avec une double charge positive. Quand ils frappent un cristal de sulfure de zinc, ils produisent une faible luminosité. Cette luminosité est la première action d'un atome isolé qui ait pu être observée ; elle rend perceptible les projectiles atomiques, chacun en particulier, de la même manière que les ondes s'élargissant à la surface libre d'un liquide révèlent chaque goutte qui tombe.

Comptant, au moyen de la scintillation, le nombre des projectiles atomiques et mesurant d'autre part la quantité d'électricité qu'ils transportent, il est possible de calculer la valeur de la charge élémentaire, et, de là, de nouveau, N, qui est trouvé égal à 62.10^{22}.

Mais cette grandeur peut se déduire d'une manière encore plus directe des observations radioactives. Il suffit en effet de compter des projectiles et de mesurer le volume de leur ensemble. Un gramme de radium projette par seconde 34 milliards d'atomes α ce qui donne par an 39 mètres cubes de ce gaz. On en tire $N=62.10^{22}$.

Toutes ces méthodes, très différentes, ont donc conduit à des résultats numériques égaux, pour les données atomiques ; et le degré de leur concordance ne dépend manifestement que de l'exactitude possible des mesures.

Aucune théorie n'a été soumise à des épreuves plus sévères, et aucune n'est sortie de l'épreuve plus victorieuse.

Mais une dernière démonstration, plus évidente encore, de la structure granulaire de la matière, a été donnée par ces rayons Röntgen qui ont illuminé tant de champs obscurs de la nature. Les ondes électromagnétiques des rayons X se comportent, lorsqu'elles frappent un cristal, comme les ondes qui agitent la surface de l'eau lorsqu'elle heurte une grille de fer : une partie passe à travers les surfaces libres, une partie est réfléchie. Un cristal, comme les cristallographes et les chimistes l'avaient depuis longtemps imaginé, est constitué par des corpuscules matériels séparés par des interstices et disposés ordinairement de manière à former les éléments d'un réticule de diffraction spéciale.

Les modifications qu'un faisceau de rayons Röntgen subit lorsqu'il arrive sur la face d'un cristal peuvent être fixées sur la plaque photographique, et de la symétrie de l'image obtenue, il est possible de déduire la disposition relative des divers atomes, et de mesurer la distance qui les sépare, avec une précision du milliardième de millimètre.

L'hypothèse de la structure discontinue, atomistique, de la matière, s'est imposée ainsi à l'esprit, et la concordance extrême des valeurs déduites pour les grandeurs atomiques par les voies les plus disparates, jointe aux phénomènes de diffraction des rayons X par les réticules cristallins, est

Digitized by Google

considérée comme la preuve la plus évidente de l'existence réelle des atomes.

***

Avant que l'existence réelle des atomes fût reconnue, les chimistes, à plusieurs reprises, s'étaient demandé s'il n'était pas possible de les scinder en particules plus petites. Mais la vanité de tous les efforts tentés dans cette direction leur avait donné la conviction que l'atome de tout élément est un composant élémentaire, invariable et indivisible de l'univers matériel.

Les progrès de ces dernières années les ont conduits à changer d'opinion et à admettre que l'atome n'est plus l'ultime particule indivisible du monde matériel; mais qu'il possède au contraire une structure et constitue un petit monde extraordinairement compliqué dans l'intérieur duquel se vérifient des lois merveilleuses.

Trois découvertes expérimentales, se succédant à brève distance entre 1911 et 1912, sont venues ouvrir d'un trait ce petit monde à la recherche des savants. Ce sont : les lois qui régissent le passage des rayons α à travers la matière, l'interférence des rayons Röntgen et la röntgenspectroscopie, les lois de filiation des séries radioactives.

Aujourd'hui nous savons que l'expérience a mis en évidence deux entités élémentaires comme constituant, de tous les édifices atomiques : la charge électrique positive et la charge négative. De plus, la masse en vient à être considérée comme un attribut subsidiaire de la charge et serait d'origine électromagnétique. La masse de l'atome d'électricité positive serait celle de l'atome d'hydrogène, et la masse de l'atome d'électricité négative serait environ 1.800 fois plus petite.

Et comment sont disposées ces parties positives et négatives à l'intérieur de l'atome?

Nous avons indiqué avec quelle évidence persuasive Rutherford a réussi à résoudre la question, au moyen de la découverte des noyaux atomiques positifs.

Les rayons α traversent la matière comme en ligne droite. Un examen attentif du phénomène met en évidence cependant que, tandis que la plupart des rayons subissent des déviations négligeables, certains sont notablement chassés de leur chemin rectiligne. Dans quelques cas Rutherford a trouvé que la déviation atteint 120 degrés, les particules α sont repoussées en arrière.

Les fortes déviations ainsi observées ne peuvent être dues aux chocs contre les électrons, parce que les particules α sont des atomes d'hélium, ayant une masse 7.000 fois plus grande que celle de l'électron; si elles se heurtaient contre des électrons, elles les repousseraient sans être détournées d'une manière appréciable de leur chemin.

L'entité de la déviation et la proportion des particules α déviées, dépendent de la manière dont la charge positive est distribuée dans l'atome. Si les dimensions de la charge positive étaient du même ordre que celles de l'atome, les particules α ne pourraient ressentir à la fois l'action répulsive de toute la charge positive d'un atome comme elles pourraient le faire si elle était concentrée dans un espace plus petit. Les fortes déviations subies par les particules traversant la matière indiquent que la charge positive doit être concentrée dans un noyau extrêmement petit.

D'autre part les vibrations que les rayons X excitent dans les électrons contenus dans l'atome démontrent que les charges négatives sont en nombre relativement faible. Aussi la contribution que les électrons apportent à la masse de l'atome est négligeable; cette masse est due, presque en totalité, à la charge positive. On démontre facilement que, à charge égale, la masse électromagnétique est en raison inverse du rayon, par suite que les dimensions des noyaux positifs doivent être extraordinairement petites.

Du fait que l'électricité positive de l'atome doit être considérée comme concentrée dans un noyau extrêmement petit par rapport à l'atome lui-même, on conclut naturellement que les électrons doivent tourner autour de la charge positive pour se maintenir en équilibre et pour ne pas se précipiter sur le noyau.

Dans l'atome il doit donc exister un noyau positif dans lequel est concentrée toute l'inertie atomique, et des électrons qui tournent autour du noyau comme les planètes autour du soleil.

Admettant que toute la masse soit d'origine électro magnétique, on calcule que le noyau de l'hydrogène (proton) a un rayon de 10^{-16} cm. et l'électron un rayon de 10^{-13} cm.; et comme la théorie cinétique conduit à attribuer à l'atome un diamètre de l'ordre de 2×10^{-8} cm. (soit environ 50 mille fois plus grand que celui de l'électron), on voit que si on représente l'atome comme une sphère d'un mètre, l'électron sera figuré par une sphère de un cent millième de millimètre.

La connaissance que l'on a sur les dimensions des noyaux des autres éléments les fixe autour d'un ordre de grandeur de quelques unités de la douzième ou de la treizième décimale.

Nous ne pourrions tracer un diagramme de l'atome d'hydrogène, car si l'on dessine sur une feuille de papier un noyau suffisamment grand pour être visible, il faudrait donner à l'électron des

Digitized by Google

dimensions dépassant celles de la feuille, et le placer sur un cercle de 300 milles de rayon.

Avec une architecture semblable, il est clair que les particules peuvent en général traverser librement les atomes et que des déviations doivent se produire rarement.

L'existence de la déviation des trajectoires des particules α a permis de fixer la valeur de la charge positive du noyau de l'atome; cette valeur s'est trouvée confirmée par le nombre des électrons qui dans l'atome neutre tournent autour du noyau, et qui correspond au numéro d'ordre de la place que l'élément occupe dans le système périodique.

Au système électronique sont dues toutes les propriétés des éléments basées sur les actions réciproques des atomes. Ce système entoure le noyau à une distance relativement grande, et fonctionne pour ainsi dire comme organe de liaison avec le monde extérieur.

La structure du système électronique dépend exclusivement de la charge nucléaire et du nombre des électrons, non de la masse du noyau, puisque c'est l'attraction électrique du noyau, et non l'attraction de masse qui maintient les électrons dans leurs orbites.

Le problème de la constitution de l'atome se résout par suite en deux problèmes distincts, l'un concerne la distribution et le mode de rotation des électrons planétaires, l'autre la structure du noyau. Je me bornerai à exposer quelques-unes des connaissances que nous possédons sur les noyaux atomiques.

Que les noyaux atomiques aient une structure, cela résulte évidemment des processus radioactifs par lesquels sont émis soit des noyaux d'hélium positifs (particules α) soit des électrons négatifs (particules β) : ainsi dans la série de l'uranium par exemple se trouvent émis successivement 8 noyaux d'hélium et 6 électrons.

Ces particules ne peuvent provenir que du noyau des atomes radioactifs comme le démontre en toute évidence la variation du nombre atomique des éléments de la série radioactive. L'expulsion d'une particule α abaisse de quatre unités la masse, et de deux la charge nucléaire de l'atome, tandis que l'expulsion d'un électron augmente d'une unité la charge nucléaire.

Mais les noyaux des éléments non radioactifs eux aussi, à l'exception de l'hydrogène, doivent être constitués d'électrons nucléaires et de parties positives. Il suffit de penser que le poids des atomes est donné par le nombre des protons dont se compose le noyau et que celui-ci est le double, ou plus que le double du nombre atomique correspondant. Dans l'intérieur du noyau, par suite, un certain nombre de charges positives doivent être neutralisées par des électrons.

Charges positives et charges négatives sont donc les constituants de tous les atomes. Et puisqu'il y a de bonnes raisons d'admettre que le noyau d'hydrogène représente l'atome d'électricité positive, toute la matière doit être constituée de deux seules entités fondamentales, les noyaux d'hydrogène et les électrons.

Si chaque élément du système périodique représentait une individualité distincte, on ne comprendrait pas pourquoi la charge électrique devrait croître de noyau à noyau suivant la série des nombres entiers, comme cela résulte d'une manière indubitable des transformations radioactives et de la spectroscopie des rayons X.

A toute variation de la charge suivant la série des nombres entiers devrait correspondre une variation semblable de la masse des noyaux. Ceci ne se vérifie pas. Mais la théorie des isotopes et les expériences d'Aston ont enlevé beaucoup de valeur à cette objection.

Aussi invoque-t-on de nouveau aujourd'hui l'hypothèse de Proust suivant laquelle les poids atomiques devraient être des multiples entiers de ceux de l'hydrogène. L'existence des isotopes ne suffit pas cependant à la faire revivre et à faire admettre que tous les noyaux atomiques peuvent être constitués par des noyaux d'hydrogène puisque les poids atomiques établis par Aston pour les isotopes sont représentés par des nombres entiers quand on les rapporte non à l'hydrogène=1, mais à l'oxygène=16 (la précision des valeurs est, suivant Aston, de un millième).

On doit donc admettre que dans la condensation atomique la masse n'obéit pas à la loi rigoureuse de l'additivité. Ceci n'est plus aujourd'hui un concept étranger à la science, puisque, d'après Einstein, la variation de la masse ne serait qu'une manifestation de la variation de l'énergie.

La théorie de la relativité a indiqué aussi la valeur du facteur de proportionnalité entre la masse et l'énergie. Celui-ci est extraordinairement grand. Si l'on indique par v la vitesse de la lumière en centimètres, il faut v^2 unités d'énergie mesurées en ergs, pour avoir la masse d'un gramme. Ainsi un gramme correspondrait à 9.10^{20} ergs, soit à environ 9.10^{11} kilogrammètres. Un cheval, suivant la définition ordinairement donnée devrait travailler environ 400 ans nuit et jour pour créer l'énergie équivalente à la masse de un gramme.

Ces valeurs expliquent pourquoi la loi d'additivité s'est montrée rigoureuse dans l'étude des phénomènes auxquels la chimie avait donné son attention dans le passé. Toute la quantité d'énergie que nous pouvions apporter à un corps sous forme d'énergie

Digitized by Google

calorifique électrique ou chimique ne faisait, en fait, varier la masse que de quantité si petite que la variation se soustrayait à toute observation.

Mais dans le cas des condensations atomiques, des quantités énormes d'énergie entrent en jeu et l'on ne peut s'étonner que la loi d'additivité ne soit plus respectée. Aussi l'existence d'éléments complexes, miscelles d'isotopes, qui peuvent présenter des valeurs fractionnaires quelconques des poids atomiques, et la conception moderne sur les rapports entre l'énergie et la matière, conduisent à faire revivre l'hypothèse de Proust.

Ces considérations doivent-elles être simplement retenues comme des spéculations théoriques, ou peuvent-elles être confrontées avec quelques résultats expérimentaux?

Les recherches de Rutherford sur la décomposition des noyaux atomiques confirmées par celles d'un grand nombre d'expérimentateurs, ont donné à cette conception un haut degré de probabilité.

Déjà Ramsay en 1907 avait pensé se servir des particules α émises par le radium, dont l'énergie cinétique est 400 millions de fois plus grande que celle d'une balle de fusil, pour bombarder d'autres éléments, dans l'espoir de désintégrer les atomes. Ramsay annonça quelques cas de désintégration obtenus par ce moyen, mais ses résultats ne furent pas confirmés.

Rutherford a repris les expériences dans ces dernières années et a donné la preuve évidente de la possibilité d'obtenir des protons par la rupture atomique.

En bombardant l'hydrogène avec le rayonnement de radium C, il a pu observer au moyen d'un écran de sulfure de zinc deux sortes de particules ; les unes ayant un parcours de 7 centimètres sont caractéristiques des projectiles α ; les autres ont un parcours beaucoup plus grand. De la déviation que ces dernières subissent dans un double champ, électrique et magnétique, il a déduit qu'elles ne portaient qu'une seule charge, et que leur masse est celle de l'atome d'hydrogène. Il en conclut que lorsqu'une particule α vient en collision avec un noyau d'hydrogène, celui-ci est libéré de l'atome dont il fait partie, et, parce que sa masse est plus petite, se trouve lancé avec une vitesse plus grande. La vitesse plus grande donne au nouveau projectile une plus grande profondeur de pénétration.

Par la suite, Rutherford soumit au bombardement l'azote au lieu de l'hydrogène ; il observa la formation de noyaux d'hydrogène encore plus pénétrants que ceux qui se forment à partir de l'hydrogène ou des composés hydrogénés.

Les noyaux provenant de l'hydrogène ont dans l'air une pénétration de 30 centimètres par l'emploi d'un écran de mica de pouvoir absorbant équivalent on peut supprimer toute scintillation sur l'écran au sulfure de zinc ; mais en introduisant de l'azote entre la source de rayons α et l'écran de mica, les scintillations reparaissent nombreuses. plus de 100 dans la première minute.

Substituant à l'azote l'oxygène et l'anhydride carbonique, Rutherford n'observe plus de scintillation, tandis qu'en introduisant de nouveau de l'air elle reparaît avec une intensité 25 % plus petite que dans le cas de l'azote pur. Cette proportionnalité entre la scintillation et la quantité d'azote contenue dans le gaz bombardé, est la meilleure confirmation que les noyaux d'hydrogène sont expulsés de ceux de l'azote. Rutherford en conclut que l'atome d'azote peut être décomposé en hydrogène et en un résidu de nature inconnue.

Pour la première fois on mit ainsi nettement en évidence la possibilité de décomposer artificiellement une substance élémentaire. Ce n'étaient plus les foyers et les creusets des anciens alchimistes qui opéraient la transmutation, mais les particules α, ces projectiles d'une puissance inimaginable, dotés d'une énergie cinétique qu'un atome d'hélium ne pourrait acquérir qu'en étant porté à une température d'environ 60 milliards de degrés.

Les recherches ultérieures démontrèrent la possibilité de tirer des particules d'hydrogène du bore, de l'aluminium, du fluor, du sodium, du phosphore. Mais, avec beaucoup d'autres éléments les résultats furent négatifs.

Rutherford pensa alors que pour décomposer ces derniers, il faudrait employer des particules α douées d'une vitesse plus grande. Comme on ne connaissait pas de particules plus rapides que celles provenant du Th C qu'il avait adoptées pour ses expériences il semblait que la décomposition des six éléments indiqués plus haut, dût rester un fait isolé dans le système périodique. Mais le raffinement des méthodes de recherche qui a permis en particulier de rendre accessible à l'observation des fragments d'atomes à parcours plus court, non seulement confirma dans leur essence les résultats de Rutherford, mais mit en évidence que la possibilité d'être décomposé avec formation de particules d'hydrogène, est une propriété générale des éléments. Il y a aujourd'hui 27 éléments dont on a pu extraire des particules d'hydrogène.

En plus des protons, on a admis que les noyaux d'hélium font partie des noyaux atomiques.

Cette déduction paraissait confirmée par le fait que les premières décompositions de Rutherford avaient eu un succès positif avec les atomes de poids atomiques non multiples de 4, mais un résultat négatif avec les éléments comme le carbone et l'oxygène qui représentaient les multiples les plus

Digitized by Google

simples d'hélium. Par la suite, on trouva que le carbone et l'oxygène donnent aussi des particules d'hydrogène en quantité notable et l'hypothèse que les noyaux d'hélium existent antérieurement aux noyaux atomiques n'est plus basée que sur le fait que, dans les phénomènes radioactifs, l'unique radiation positive que l'on connaisse est constituée précisément par des atomes d'hélium.

Pour admettre alors que les protons sont les constituants universels de la matière, on doit supposer qu'ils ont une grande tendance à s'associer par groupes de 4 pour former des atomes d'hélium ; cette hypothèse paraît confirmée par les conséquences qui peuvent se déduire du rapport entre la masse atomique de l'hydrogène et celle de l'hélium.

En effet, puisque le poids atomique de l'hélium est 4 et son nombre atomique 2, le noyau d'hélium devrait être formé de 4 noyaux d'hydrogène et de deux électrons. Admettant 1,00777 comme poids atomique de l'hydrogène et 4,002 comme poids atomique de l'hélium, il disparaîtra dans la formation du noyau d'hélium 0,03 unités de masse atomique, équivalant à environ 175 milliards de calories par gramme d'hydrogène transformé. Le développement de chaleur qui accompagne la formation d'une molécule-gramme d'eau est à peine de 58.000 calories. Dans la formation d'un atome-gramme d'hélium, il se développe donc une quantité de chaleur plus de 10 millions de fois plus grande.

La nécessité de cette énorme concentration d'énergie pour provoquer la décomposition du noyau d'hélium rend compte de sa grande stabilité et explique qu'il puisse résister aux désintégrations radioactives des noyaux et qu'il nous soit impossible de le rompre.

La possibilité de libérer l'hydrogène de certains noyaux atomiques a conduit Rutherford à admettre que dans ces cas l'hydrogène fonctionne comme satellite du noyau principal. Puisque l'intimité de leur liaison est moindre que celle qui existe dans le noyau d'hélium, le changement de masse consécutif à l'émission d'énergie par la libération d'un hydrogène satellite devra être inférieur à celui qui se produit dans la formation de l'hélium : la masse du satellite ne devrait pas différer beaucoup de celle du noyau d'hydrogène qui a pour valeur 1,00777. Ainsi dans le cas de l'azote qui devrait contenir trois noyaux d'hélium et deux protons, la masse de l'atome devrait être non 14,00, mais plutôt voisine de 14,01. Le poids atomique qui vient d'être attribué à l'azote est précisément voisin de 14,01.

On ne doit cependant pas s'attendre à ce que la loi de Proust soit mathématiquement exacte. S'il en était ainsi en effet, il faudrait admettre que l'association des protons et des électrons se fait dans tous les cas d'une manière également intime et que par suite, les champs des diverses charges électriques s'influencent toujours dans la même mesure. Mais ce serait là une supposition bien peu probable : et nous ne pouvons nous étonner que les atomes de certains éléments, comme l'azote, possèdent des poids atomiques faiblement supérieurs à des multiples de l'unité, tandis que d'autres en présentent de faiblement inférieurs ; dans le premier cas l'association est moins intime que dans le second.

Les expériences de Rutherford ont pour la première fois réalisé la transmutation artificielle des éléments. Mais cette transmutation comme la transmutation spontanée des substances radioactives est un phénomène qui s'accomplit à une échelle extrêmement petite.

Dans le processus de désintégration du radium, un gramme d'élément chasse 34 mille millions de particules α en une seconde ; mais ce gramme contient environ trois mille millions de millions de millions d'atomes de radium ; la vie moyenne d'un atome est d'environ 3.000 ans.

Dans le cas de l'aluminium, Rutherford a trouvé que sur un million de particules α deux seulement s'approchent assez du noyau pour provoquer l'expulsion d'un noyau d'hydrogène. Si l'on se rappelle que un gramme de radium produit en un an 163 millimètres cubes d'hélium et si l'on suppose que toute la radiation α du gramme de radium est projetée sur l'aluminium, on trouve que la quantité d'hydrogène libéré par désintégration des noyaux d'aluminium ne peut dépasser un millième de millimètre cube par an.

Même si on adopte la valeur plus récente de 100 chocs nucléaires par million de particules α, le rendement n'est guère changé.

Ceci explique pourquoi les expériences de Ramsay ne conduisirent pas au succès. Il fut heureux dans le choix de la méthode pour attaquer les atomes, mais ne le fut pas pour la méthode d'observation, trop grossière pour la petitesse des effets à mettre en évidence. L'étude de la transmutation des éléments n'est devenue possible que grâce aux méthodes qui ont permis de compter les atomes un à un, au moyen de la scintillation produite sur un écran au sulfure de zinc.

Les transmutations artificielles de Rutherford ont été obtenues avec les particules α engendrées par les particules radioactives. Mais récemment on a annoncé la formation de l'or à partir du mercure au moyen de la seule action de l'énergie électrique appliquée sous diverses formes. Ces résultats qui

Digitized by Google

ont éveillé le plus large écho ont été de divers côtés mis en doute, et leur résultat n'a pas été confirmé.

Le vieux songe des alchimistes apparaît encore aujourd'hui à la vérité, d'une réalisation bien lointaine; mais on doit reconnaître que l'atomistique a pris dans ces dernières années la grandeur et la complexité d'une science propre; utilisant les conceptions mathématiques, physiques et chimiques les plus ingénieuses, elle a réalisé des progrès toujours plus surprenants. Après 25 siècles de pure illusion philosophique, elle est devenue aujourd'hui l'expression de la réalité du monde matériel, et connaît un triomphe plus grand qu'aucun de ceux que l'histoire des sciences nous rapporte.

Mais son triomphe, comme cela est toujours arrivé dans la science, a montré encore une fois, qu'infini comme l'espace et le temps, est le champ de l'inconnu ouvert devant nous.

D'innombrables problèmes nouveaux ont été par l'atomistique offerts à la recherche, si bien que, pour nous, lointains neveux de Démocrite, les questions à résoudre semblent peut-être plus nombreuses qu'elles ne l'apparaissaient au philosophe d'Abdère, il y a 2.500 ans, quand il énonçait sa théorie. Mais la science d'aujourd'hui possède des moyens qui lui permettent de pénétrer dans les plus intimes replis du microcosme qui, il y a peu d'années, semblait encore inaccessible, et procède avec un rythme tous les jours plus accéléré à la construction d'une doctrine complète de la structure des atomes et des molécules malgré que

Invida præclusit speciem Natura vivendi.

N. PARRAVANO,
Professeur à la Faculté des Sciences de Rome,
Membre de l'Académie des Lincei,
Directeur de l'Institut chimique de Rome.

LA MARINE DE GUERRE
L'AÉRONAUTIQUE MARITIME

Les forces aériennes sont appelées désormais à jouer un rôle de tout premier plan dans les guerres navales de l'avenir.

Les avions peuvent, en effet, attaquer les navires de guerre de deux façons :

1° En laissant tomber sur eux, ou dans leur voisinage, des bombes puissantes, capables de déterminer des avaries très graves dans leur coque *(avions de bombardement)* ;

2° En les torpillant à l'aide de torpilles automobiles lâchées au voisinage de la mer, torpilles tout à fait semblables à celles dont sont armés les navires de surface ou les sous-marins *(avions torpilleurs)*.

Enfin, le bombardement par avions des bases navales de l'adversaire (ports de réparation, arsenaux, parcs à combustibles, etc.) peut avoir une influence très importante, quoiqu'indirecte, sur la guerre navale, en empêchant les bâtiments de se réparer et de se ravitailler. Il est vrai que ce bombardement des bases n'entre pas obligatoirement dans le rôle exclusif de l'aéronautique maritime, et l'aéronautique militaire peut y contribuer.

Avions de bombardement. — L'efficacité des bombardements aériens a été démontrée à plusieurs reprises, tant en France qu'à l'étranger, par des expériences réelles sur des navires cuirassés livrés par l'Allemagne, ou sur des cuirassés dont la construction avait dû être interrompue par suite des stipulations du traité de Washington. La bombe la plus puissante, actuellement employée aux États-Unis, où ces études ont été poussées très loin, est une bombe de 1.900 kilogrammes, contenant 900 kilogrammes d'explosifs. L'effet d'une pareille bombe est plus considérable lorsqu'elle tombe dans l'eau au voisinage du bâtiment, que lorsqu'elle rencontre le pont : elle agit alors comme une mine, et son explosion disloque la coque sous-marine et crée d'importantes voies d'eau.

Avions torpilleurs. — L'avion torpilleur paraît encore plus dangereux pour les gros navires que l'avion de bombardement. D'après la *Revue Maritime* d'avril 1923, voici les résultats d'un exercice de torpillage fait en France : la rapidité des avions torpilleurs, la vue incomparable qu'ils ont avant l'attaque de la position de leurs objectifs, leur donnent toutes facilités pour choisir le moment d'agir. La défense d'une escadre par la manœuvre peut être efficace contre un avion isolé, elle perd toute valeur contre deux appareils et *a fortiori*, contre un groupe. Seul, le tir de l'artillerie contre avions portée par les cuirassés pourrait repousser l'attaque. Mais il faut tenir compte du fait qu'un groupe d'avions torpilleurs n'attaquera pas isolément, et qu'il sera accompagné d'avions de chasse qui mitrailleront les superstructures des bâtiments, afin de gêner la défense. Ces avions pourront aussi lancer des chapelets de bombes fumigènes, pour créer, au ras de l'eau, un rideau masquant à l'artillerie de défense la manœuvre des assaillants, tandis que ces derniers resteront capables d'apercevoir les mâtures des bâtiments au-dessus de l'écran de fumée.

Fonctions auxiliaires de l'aéronautique maritime.

Digitized by Google

— En plus de leur rôle d'attaque de la flotte ennemie, les forces aériennes peuvent concourir très efficacement à la reconnaissance. Elles sont particulièrement aptes à reconnaître un sous-marin, qui reste visible pour un appareil aérien, alors qu'il est invisible pour un navire de surface. Toutefois elles sont plus gênées que les bâtiments de surface par les circonstances atmosphériques.

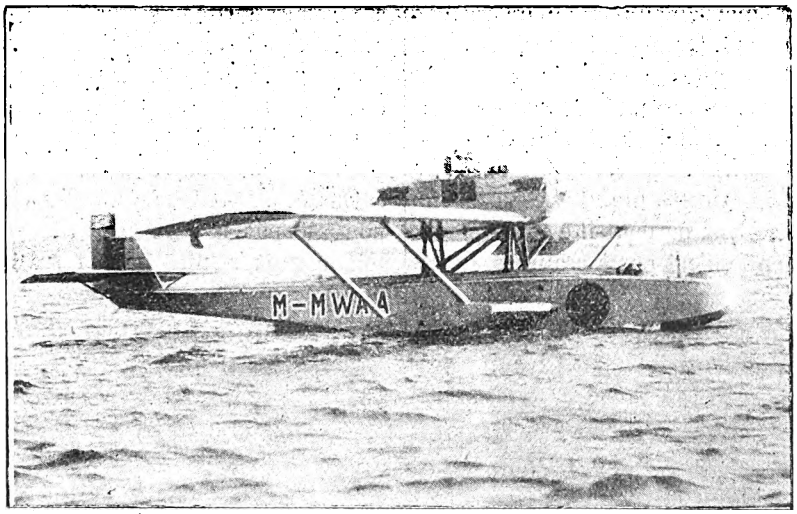


Fig. 303. — Hydravion torpilleur.

Elles peuvent concourir au réglage du tir des grands bâtiments, les distances de combat actuellement envisagées rendant très difficile le réglage du tir par l'observation faite du navire tireur seulement.

Elles peuvent aussi rendre plus précis les lancements de torpilles à grande distance des sous-marins, en leur indiquant la route et la vitesse de l'ennemi.

Enfin, il n'y a pas de moyen plus efficace pour défendre un navire contre les avions ennemis que de combattre ces avions à l'aide d'une aviation de chasse suffisamment puissante.

Ces rôles divers, et de plus en plus importants, assignés aux forces aéronautiques font de la maîtrise de l'air une des conditions essentielles de la maîtrise de la mer. On peut dire que la maîtrise de la mer sans la maîtrise de l'air ne peut être désormais qu'un avantage précaire et momentané.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs qu'une aviation, même très inférieure à celle de l'adversaire, pourra causer des dommages matériels considérables avant d'être mise hors de combat, le rayon d'action des avions actuels leur permettant de bombarder presque impunément n'importe quel point d'un territoire voisin. Les inquiétudes qui se manifestent en Angleterre n'ont pas d'autre cause : une flotte puissante ne suffit plus aujourd'hui à défendre les Iles Britanniques. L'emploi des gaz asphyxiants rendra extrêmement destructifs les bombardements aériens. Pour les états rapprochés, la guerre implique désormais des destructions proches de l'anéantissement. Les hommes de gouvernement, dont dépendent la paix et la guerre, ou le jeu des alliances, réfléchissent-ils suffisamment aux possibilités de l'arme de l'air, possibilités si bien résumées dans un article du général italien Douhet?

« Régulièrement, écrit le général Douhet, tous les jours, des aéroplanes vont de Paris à Londres et *vice-versa*, transportant des passagers, des colis, de la poste. Personne ne peut nier qu'aujourd'hui, du territoire français, on ne puisse arriver sur Londres, ou du territoire anglais sur Paris, par la route de l'air.

« On construit couramment des aéroplanes qui transportent deux tonnes de charge utile. Personne ne peut nier que cette charge ne puisse être constituée par des matières explosibles, incendiaires ou vénéneuses. Personne ne peut nier que la France, aussi bien que l'Angleterre, ne pourrait construire rapidement (pour se limiter à un nombre modeste) mille aéroplanes pouvant porter chacun une charge de deux tonnes. Personne ne peut nier que mille aéroplanes de ce genre, partant de points divers du territoire français ou anglais ne puissent se transporter sur Londres ou sur Paris (objectifs faciles à frapper) et qu'aujourd'hui, non demain, non dans dix ans, la France n'ait la possibilité de faire tomber sur Londres — et l'Angleterre sur Paris — 2.000 tonnes de bombes explosives, incendiaires et vénéneuses, à l'improviste, en trois ou quatre heures de temps. Personne ne peut nier que 2.000 tonnes de bombes de ce genre, jetées sur des villes vastes comme Paris et Londres, ne puissent produire

**

Digitized by Google

des effets formidables capables de détruire le cerveau de l'une des nations considérées. Et enfin personne ne peut nier qu'une telle action aérienne ne puisse se développer malgré les armées et malgré les flottes. »

Divers types d'aéronefs maritimes. Dirigeables. — Le dirigeable est un merveilleux engin de reconnaissance et de navigation. On peut réaliser à l'heure actuelle les caractéristiques suivantes : rayon d'action, 5.000 milles ; vitesse, 130 kilomètres ; nombre de passagers, 80. Mais la valeur du dirigeable, au point de vue militaire, est à peu près nulle, car il est en infériorité manifeste vis-à-vis d'un avion de chasse. Aussi ne peut-il être employé que si l'aviation ennemie n'est pas à craindre. C'est ce qui a eu lieu, pendant la dernière guerre, où les dirigeables, presque tous d'ailleurs de petits modèles, ont participé d'une façon utile à la recherche des sous-marins ennemis.

La France a actuellement en service un dirigeable rigide, le *Méditerranée*, et une dizaine de dirigeables souples (1).

Avions. — Les avions en service dans la marine se divisent en deux classes principales : les *avions* qui ne peuvent pas atterrir sur l'eau, les *hydravions* munis de flotteurs leur permettant d'amerrir et de partir à la surface de l'eau. Les hydravions sont plus lourds que les avions et, par suite, pour la même puissance, ont des vitesses moindres et ne peuvent pas monter aussi haut.

Les appareils récents actuellement en service ont un rayon d'action de 600 kilomètres environ avec une charge utile de 2.000 kilos, un plafond de 3.000 à 4.000 mètres, une vitesse de 150 à 200 kilomètres à l'heure.

Embarquement des avions sur les navires de guerre. — La multiplicité des tâches auxiliaires dévolues à l'aviation (réglage du tir, reconnaissance, etc.) rendent nécessaire aujourd'hui l'embarquement d'un ou de plusieurs avions sur les bâtiments de combat.

On a d'abord envisagé le départ d'avions sur plates-formes installées au-dessus des tourelles cuirassées. Une fois sa mission terminée, l'avion ne pouvait pas revenir à bord du navire ; il devait soit regagner une base terrestre, soit amerrir à proximité d'un navire qui sauvait le personnel.

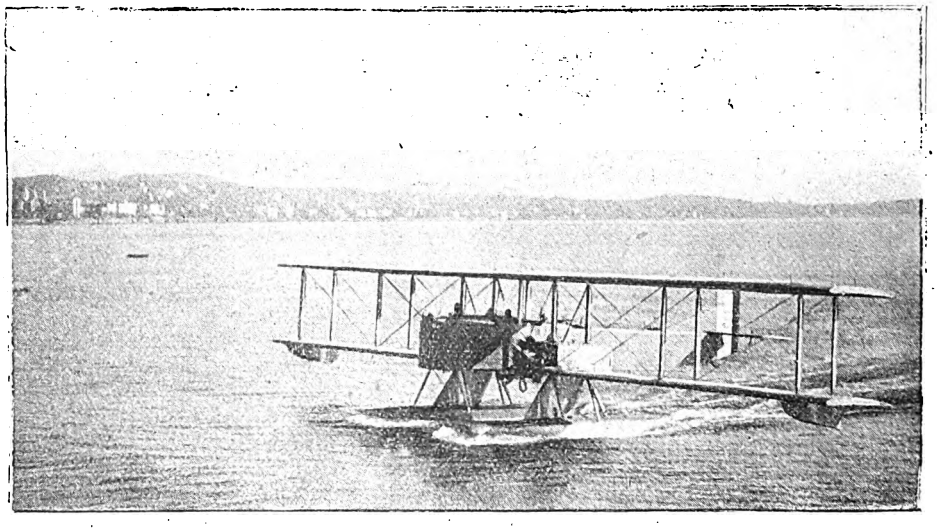


Fig. 304. — Hydravion bombardier à flotteurs.

Ce procédé coûteux est abandonné aujourd'hui, et l'on a adopté, dans presque toutes les marines, la catapulte lance-hydravions. Une catapulte se compose essentiellement d'une poutrelle horizontale d'une vingtaine de mètres de longueur, orientable autour d'un pivot fixé sur le pont du navire. Un piston mû à l'air comprimé fait glisser sur cette poutre un chariot où repose l'hydravion et lui imprime une accélération telle qu'en bout de course l'hydravion ait une vitesse égale à sa vitesse d'envol. Sa mission terminée, l'hydravion se pose sur l'eau et peut être embarqué à bord sans perte de matériel.

Nos croiseurs légers en construction, type *Duguay-Trouin* ou *Duquesne*, doivent être munis de catapultes lance-avions. Dans les marines étrangères, tous les grands navires auront vraisemblablement un ou deux avions à bord. On envisage même de doter quelques sous-marins d'un avion.

Navires porte-avions. — Les avions transportés.

(1) Il faut signaler aussi que la marine emploie des ballons captifs à certaines missions de surveillance et d'observation. Les ballons sont remorqués par les bâtiments qui les utilisent.

Digitized by Google

sur les navires de guerre ordinaires seront toujours en nombre très limité et vraisemblablement de petit modèle. Pour transporter sur le champ de bataille un plus grand nombre d'avions plus puis-

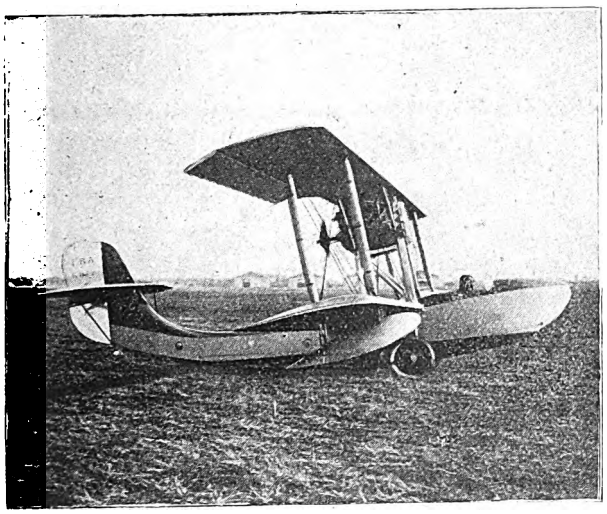


Fig. 305. — Hydravion transformé en avion terrestre par l'adjonction de roues.

sants, toutes les grandes marines ont aménagé des navires spéciaux, dits porte-avions.

Le traité de Washington limite à 27.000 tonnes le tonnage des navires de cette sorte, qui ne peuvent pas avoir de canons d'un calibre supérieur à 203 millimètres. Le tonnage global des navires porte-avions est limité à 135.000 tonnes pour la Grande-Bretagne et les États-Unis, 81.000 tonnes pour le Japon, 60.000 tonnes pour l'Italie et la France.

Les navires porte-avions doivent avoir un pont d'atterrissage parfaitement plat et à l'abri des remous d'air. Divers systèmes d'accrochage et de freins arrêtent les avions sur le pont après leur atterrissage. Les cheminées sont soit reportées sur le côté, soit horizontales et rejettent alors la fumée au-dessous du pont d'atterrissage. Les avions sont logés à l'intérieur du navire : une cinquantaine d'avions de bombardement ou de chasse peuvent être logés dans un porte-avions. Naturellement le navire doit être protégé lui-même contre les bombardements aériens et contre les autres navires de surface.

Batiments spéciaux de la Flotte militaire.

Si une flotte de combat consiste essentiellement aujourd'hui en cuirassés, croiseurs, torpilleurs, sous-marins et avions, toute marine de guerre comprend obligatoirement beaucoup d'autres unités, appelées à remplir des rôles secondaires sans doute, mais dont plusieurs sont essentiels.

Avisos. — Les avisos sont des petits navires qui peuvent recevoir des missions nombreuses : reconnaissance, surveillance, lutte contre les sous-marins, protection des convois des bâtiments de commerce, police de la pêche, missions de représentation aux colonies et à l'étranger, etc.

Les plus grands avisos français qu'on appelle quelquefois des *sloops*, sont les avisos du type *Aldébaran, Algol, Altaïr, Antarès, Bellatrix, Cassiopée, Regulus, Ville d'Ys.*

Construits pendant la guerre en Angleterre, ces avisos ont un déplacement de 1.250 tonnes,

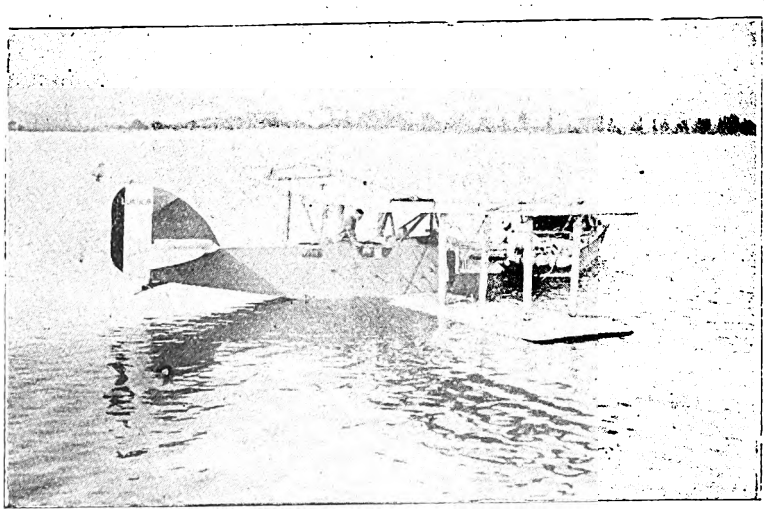


Fig. 306. — Hydravion à coque.

3 m. 50 de tirant d'eau, une vitesse de 17 nœuds, un rayon d'action de 2.400 milles à 12 nœuds. Leur armement comprend deux canons de 145 et deux canons de 75.

Aisne, Marne, Meuse, Somme, Oise, Yser, Escaut,

Digitized by Google

Ailette, *Ancre*, *Scarpe*, *Suippe*, entrés en service en 1917-1918 sont à peu près pareils. Ils ont 700 tonnes de déplacement, 20 à 21 nœuds de vitesse, quatre canons de 100 et deux canons de 65.

Reims, *Craonne*, *Liévin*, *Mondement*, *Montmirail*, *Bellune*, *Dunkerque*, *Verdun*, *Nancy*, *Belfort*, *Lassigny*, *Les Eparges*, *Remiremont*, *Revigny*, *Tahure*, *Toul*, *Coucy*, *Epinal*, *Vauquois*, *Vimy*, *Vitry-le-François*, *Amiens*, *Calais*, *Epernay*, *Lunéville*, *Péronne*, *Bapaume*, *Arras*. Entrés en service en 1919-1920, ces navires, dont le déplacement est de 850 tonnes, ont été construits spécialement pour la lutte contre les sous-marins, et ont l'aspect d'un cargo.

Canonnières. — Plus petites que les avisos et moins rapides, les canonnières sont surtout employées au déblayage des mines, ou, comme on dit, au dragage des mines. C'est la raison pour laquelle on les appelle aussi *dragueurs*. La France possède actuellement une trentaine de canonnières.

Chasseurs de sous-marins. — L'invisibilité du sous-marin en rend la chasse particulièrement difficile. Elle ne peut être entreprise, avec quelque chance de succès, que si les chasseurs sont très nombreux. Suivant la formule très heureuse de M. Camille Vallaux, à l'invisible il faut opposer l'innombrable et l'innombrable à raison de l'invisible (1).

Le chasseur doit être lui-même, par son faible tirant d'eau, à l'abri des torpilles, dont l'immersion est réglée à 2 ou 3 mètres de façon à atteindre les gros bâtiments dans leurs parties les plus vulnérables. Il doit disposer d'une très grande vitesse, qu'il puisse prendre instantanément, pour attaquer le sous-marin avant qu'il ait plongé trop profondément. La très faible durée de l'attaque ne permet généralement pas de couler le sous-marin au canon. L'arme la plus efficace est la *grenade*, sorte de petite mine portative que le chasseur laisse tomber au-dessus du sous-marin, et qui explose automatiquement à une certaine profondeur.

Des 116 chasseurs de sous-marins, que nous avons possédés pendant la guerre, il reste environ une cinquantaine.

Canonnières de rivière. — Pour assurer la défense des intérêts français dans les rivières de Chine, la marine française dispose de petits bâtiments à faible tirant d'eau, spécialement aménagés pour le séjour dans les pays chauds. Ce sont les canonnières de rivière *Balny*, *Doudart de Lagrée*, *Argus*, *Vigilante*, *Lagrandière*, qui sont actuellement sur le Tang-tsé ou dans la rivière de Canton.

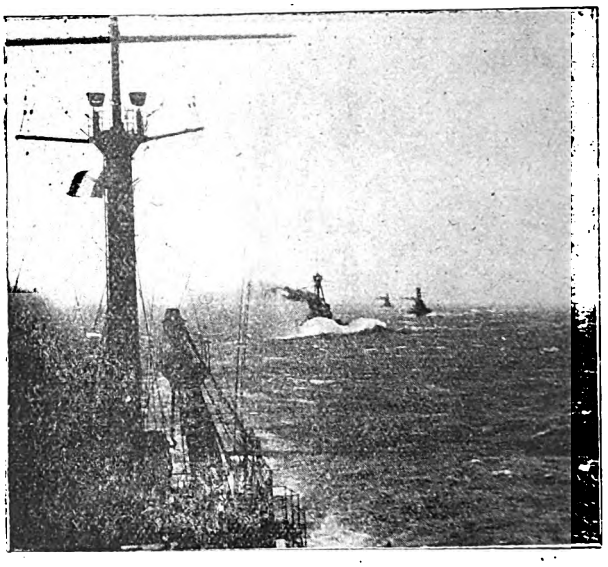


Fig. 307. — Une escadre de cuirassés en ligne de file.

D'autres canonnières fluviales sont aussi sur le Rhin.

Bâtiments divers. — Des torpilleurs anciens sont maintenus en service comme annexes des écoles, ou comme patrouilleurs ou dragueurs de mines de réserve. Enfin, en plus des navires de combat proprement dits, toute marine de guerre comprend de nombreux navires auxiliaires, tels que navires-hôpitaux, pour le transport des malades et des blessés, navires hydrographiques, particulièrement agencés pour dresser les cartes marines, navires-ateliers, transports de matériel, charbonniers, pétroliers, transports frigorifiques, remorqueurs, etc.

Conclusion

La revue rapide des différents types de navires de guerre que nous avons faite (1) ne serait pas complète si nous n'examinions très rapidement comment on peut concevoir, pour la France, leur utilisation rationnelle en temps de guerre. Les avis sont naturellement partagés dans une question aussi complexe, et il ne faut voir dans les lignes suivantes qu'une suggestion tout à fait personnelle.

Étant donné que l'argent est limité, il n'est pas possible de construire à la fois une flotte puissante

(1) Aux quelques milliers d'hommes qui armaient les sous-marins allemands, les marines alliées ont dû opposer, pour armer les nombreux chasseurs de sous-marins, bâtiments d'escorte, etc., plus de cent mille hommes. Cette immobilisation d'un personnel et d'un matériel considérables n'a pas été, au point de vue militaire, un des moindres résultats de la guerre sous-marine allemande.

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 27 février 1926 et du 22 mai 1926.

Digitized by Google

de cuirassés, de croiseurs, de torpilleurs et de sous-marins. En sacrifiant 200 millions par an aux constructions neuves, nous pouvons en cinq ans construire soit 35.000 tonnes de cuirassés, c'est-à-dire un seul cuirassé, soit 35.000 tonnes de torpilleurs et de sous-marins, c'est-à-dire environ 30 torpilleurs ou sous-marins. La France s'est décidée pour la deuxième solution.

Cela veut-il dire que nous abandonnions par avance la lutte contre toutes les nations possédant des cuirassés modernes? Pour ma part, je ne le crois pas et quelle que soit la nation maritime d'Europe qui entre en conflit avec nous, la guerre navale pourrait être envisagée sous le jour suivant :

1° Attaque des bases navales de l'ennemi par nos forces aériennes, de façon à rendre précaire le séjour des navires de guerre dans les arsenaux;

2° Lorsque cette attaque aérienne incessante aura produit ses résultats, attaquer les forces navales proprement dites par les sous-marins;

3° En même temps faire la guerre commerciale, dans les limites d'ailleurs très larges du droit international, par croiseurs et sous-marins de croisières.

Cette façon de procéder — et ce n'est pas évidemment la seule — pourrait nous assurer la victoire à condition de conserver sur l'étranger notre supériorité aérienne actuelle, même si l'étranger dispose d'une force navale de surface bien supérieure à la nôtre. Conservons donc à tout prix nos forces aériennes et perfectionnons-les sans cesse : elles sont aujourd'hui notre sauvegarde maritime.

Quant au passage de la Méditerranée par les troupes d'Algérie, passage qui, pour l'armée française, est la raison d'être de la marine de guerre, il faut envisager deux cas :

1° Nous avons contre nous une grande puissance maritime, ou une puissance maritime méditerranéenne disposant de sous-marins et d'avions.

Dans ce cas, à notre avis, le passage des troupes n'est possible que par surprise, en faisant des traversées rapides de nuit. Mais dans l'hypothèse envisagée, il semble que nos troupes nous seront plus utiles en Afrique qu'en France et il n'y aura aucun besoin de leur faire traverser la mer.

2° L'ennemi n'a qu'une faible marine, et les bases de sa flotte sont éloignées de la Méditerranée.

Alors le passage ne soulève aucune difficulté particulière.

***

L'ASSAINISSEMENT PAR LES BOUES ACTIVÉES

Le cycle de l'Azote dans l'épuration. — Nouveaux procédés accélérant l'action des agents microbiens.

Toutes les espèces vivantes mourraient au milieu de leurs *excreta*. Certaines trouvent leur salut dans la fuite, mais la vie deviendrait impossible pour d'autres — qui n'ont pas ce moyen — si ces déchets, poison pour l'espèce qui les produit, ne constituaient pas un aliment pour une autre qui les détruit, et ainsi de suite. Nous pourrions illustrer cette thèse par de nombreux exemples; il n'en est pas de plus frappant, peut-être, que celui de l'épuration naturelle des eaux d'égout. Nous verrons, en effet, les perfectionnements successifs des méthodes de clarification et d'épuration, aboutir à une utilisation rationnelle de travailleurs bénévoles : les microbes, qu'il suffit de placer dans les meilleures conditions de rendement.

***

Le nomade évite facilement les intoxications que lui causerait l'accumulation des matières résiduaires, s'il s'éloigne à temps et va planter sa tente ailleurs. Quand l'homme se fixe, il choisit d'abord le lac, le fleuve ou la mer, aux bords desquels il s'installe, pour la commodité des transports, sans doute, mais également pour la facilité offerte par les eaux à l'évacuation des déchets de la vie.

Cependant, autour des grandes cités, l'accumulation des matières usées devint si considérable que, pour protéger la santé publique, on édicta des lois diverses, plus ou moins adroites; et cela dura tant que le rôle des microbes ne fut pas élucidé.

Enfouir ou détruire les matières putrescibles à l'aide de réactifs chimiques, c'est bien mais cher. Le feu convient seulement aux ordures ménagères et, si l'on récupère de cette manière, une puissance de 10.000 kw. à Paris, transformant ainsi en lumière des résidus incommodes, il restait à trouver, pour l'égout qui reçoit tout, un procédé d'épuration de la même élégance. L'épandage manquait de terrains : on trouva les lits bactériens, puis les boues activées.

***

L'épuration des eaux d'égout de Paris et du département de la Seine est particulièrement difficile. Si, au moment des crues, la Seine roule

Digitized by Google

une masse d'eau considérable, elle ne constitue, en étiage, qu'un fleuve fort modeste, incapable de recevoir, comme le Rhin, par exemple, une quantité notable d'eaux polluées. On sait que, dans le Rhin, la dilution est telle que l'auto-épuration s'accomplit en un faible trajet et que l'on a pu, sans inconvénient, puiser l'eau d'alimentation d'une ville à six kilomètres de l'émissaire des eaux d'égout d'une ville sise en amont de la première. Paris est d'ailleurs une ville plus importante que les villes du Rhin et l'eau de la Seine ne redevient à peu près propre, qu'au pont de Mantes, propreté très relative en cas de sécheresse prolongée.

Chaque jour, en effet, la région parisienne produit 1.200.000 mètres cubes d'eaux usées représentant une fraction importante du débit du fleuve. Cela n'est guère rassurant pour la santé publique, d'autant plus que le département de la Seine (Paris non compris), déverse au fleuve *sans aucune épuration préalable*, la majeure partie de ses eaux d'égout.

Or, dans ces eaux, se trouvent des eaux de toilette, des déchets industriels et alimentaires, des excréments, avec une telle concentration qu'un litre d'eau d'égout, en moyenne, donne 1.250 mgr. d'extrait sec, dont 800 mgr. de matières minérales et 450 mgr. de matières organiques.

Ces matières organiques comprennent deux grandes catégories : les matières ternaires (O-C-H), hydrates de carbone, sucres, amidon, celluloses, acides organiques et les matières quaternaires, résidus de viandes, caséine, laitages, fromages, urée, qui contiennent, en plus des trois premiers éléments notés, l'azote et parfois le soufre ; ce dernier élément jouant d'ailleurs un certain rôle dans l'épuration microbienne *(Thiobacillus denetrificans)*. Toutes ces substances doivent être minéralisées et rentrer, le plus tôt possible, dans la circulation naturelle de la matière, par les racines des plantes, jusque dans la chair des animaux, contribuant ainsi à l'entretien de la vie.

***

Il est inutile de faire remarquer que les eaux d'égout contiennent une quantité innombrable de germes pathogènes : bacilles d'Eberth et bacilles paratyphiques, bacilles dysentériques, vibrions cholériques en cas d'épidémie. Cependant les bactéries du groupe intestinal sont transformées par les eaux très chargées ; par exemple les collibacilles deviennent les pneumo-bacilles dont Friedlander a montré les cultures visqueuses ; leurs caractères biochimiques, l'action sur les sucres notamment, sont très différents de ceux du *bacterium coli*.

A côté de ces microbes, heureusement, agissent une série de microbes utiles, comme nous allons le voir.

***

On avait constaté depuis longtemps la désintégration naturelle des fumiers : les *huertas* ou jardins de Valence étaient arrosés d'eaux d'égout ; on avait créé autour de Milan de véritables champs d'épandage où l'on faisait, chaque année, jusqu'à six récoltes de plantes fourragères.

Les agents de cette transformation restèrent inconnus jusqu'aux travaux de Schlœsing et Müntz (1886-1896). Sans exposer leurs célèbres expériences, rappelons qu'ils introduisirent, dans un long tube vertical, de diamètre assez large, de la terre de jardin et que, versant à la partie supérieure, une solution faible de sulfate d'ammoniaque, ils recueillirent au bas du tube, des nitrates de chaux. C'était bien les microbes de la terre qui étaient la cause de cette transformation car, si on tuait les microbes en passant la terre au four, on ne recueillait que le sulfate d'ammoniaque que l'on avait mis. On peut varier cette expérience en mettant du sable stérilisé dans le tube et en versant de l'eau d'égout ; on recueille ainsi des nitrates, et il ne s'agit pas d'une simple filtration ou même d'une catalyse chimique car le phénomène ne se produit, ni avec une eau d'égout préalablement chauffée à 100°, ni avec un mélange de cette eau et de chloroforme ou de sulfure de carbone, qui endorment seulement les germes, comme on peut le vérifier : en laissant ces anesthésiques s'évaporer, l'eau dégout reprend son activité et la transformation de l'ammoniaque en nitrites ou nitrates au contact de la colonne de sable, s'opère de nouveau.

***

Winogadsky puis Boulanger, Massol et d'autres savants isolèrent ces microbes, en firent des cultures pures qui précisèrent leurs caractères et leurs fonctions et l'on vit qu'un grand nombre d'espèces se partageaient le travail.

La dégradation des celluloses et, en général, des hydrates de carbone, se fait par les agents anaérobies du rouissage à l'eau : *Amylobacter*, bacilles A et B d'Oméliansky, ferment des feuilles mortes de Mazé, etc., aidés parfois par des aérobies, agents du rouissage à l'air : mucors, *denatium pullulens botrytis vulgaris, clatosporium herbarum*, en milieu acide et le *B. spirigeneus*, en symbiose avec d'autres espèces, en milieu neutre ou peu alcalin. Tous ces microbes sont d'ailleurs aidés eux-mêmes par les diastases sécrétées par les microbes nitrifiants, indispensables pour la dégradation des matières azotées.

Digitized by Google

D'abord, les albuminoïdes se putréfient, c'est-à-dire entrent dans le stade du peptonisme où la viande devient soluble sous l'action d'aérobies (*proteus vulgaris micrococcus prodigiosus, érysthrosporus, fluorescens liquefaciens*, etc.), qui préparent le terrain et d'anaérobies (vibrion septique, *B. putrificus* de Bienstock, protéobacter scatol de Beigetrinck) qui complètent rapidement la décomposition. Les aérobies et les anaérobies facultatifs ont donné des gaz CO^2 et de l'ammoniaque ; les anaérobies stricts, des acides aminés, des acides gras ainsi que H, H^2S, CH^4.

L'urée ou acide urique se transforme en deux stades en carbonate d'ammonium sous l'action de divers agents (*micrococcus ureæ* de Pasteur, urobacilles de Duclaux, de Van Tieghem, de Miquel, *planosarcina*) qui sécrètent des diastases dont l'une, l'*ureas*, a été isolée par M. Miquel.

Enfin la transformation en azote s'achève par deux phases importantes :

1° La transformation de l'ammoniaque en nitrites, premier degré d'oxydation, sous l'influence des ferments nitreux (ou de nitrosation). Ce sont des ferments, appartenant au genre *nitrosomonas*, bâtonnets courts, elliptiques, qui ont été particulièrement étudiés par Winogadsky, et au genre *nitrosococcus*, bactéries sphériques également mobiles ; ces deux genres comprenant chacune deux espèces principales mais, en un lieu, on ne trouve qu'un seul ferment nitreux dans le sol.

2° La transformation des nitrites en nitrates s'opère par une seule bactérie : le *nitrobacter*.

***

Toutes ces actions se développent simultanément, les espèces s'aidant, les unes les autres ; mais il arrive aussi que la concentration du milieu, en ammoniaque par exemple, paralyse l'action microbienne ; une concentration supérieure à 10 % en nitrites constitue un autre empêchement. Il y a des microbes dénitrifiants qui, pour maintenir les nitrates à un taux non gênant, font l'action inverse :

Nitrates → nitrites → ammoniaque.

Puis les autres microbes précités s'attaquent de nouveau à l'ammoniaque.

Ammoniaque → nitrites → nitrates.

Et cela, un certain nombre de fois.

Le nitrobacter est un *aérobie essentiel*, il faut donc de l'air pour la nitrification. Quant à l'opération inverse, nécessaire dans les endroits où la concentration devient trop grande, telle qu'elle se produit par exemple dans les sols colmatés, elle est favorisée par le soufre aidant la vie du *thiobacillus denetrificans*. Cette deuxième action, qui aboutit à des produits gazeux, inutiles pour les cultures, n'est évidemment pas à rechercher. Il faudra donc toujours augmenter la dilution et empêcher le colmatage.

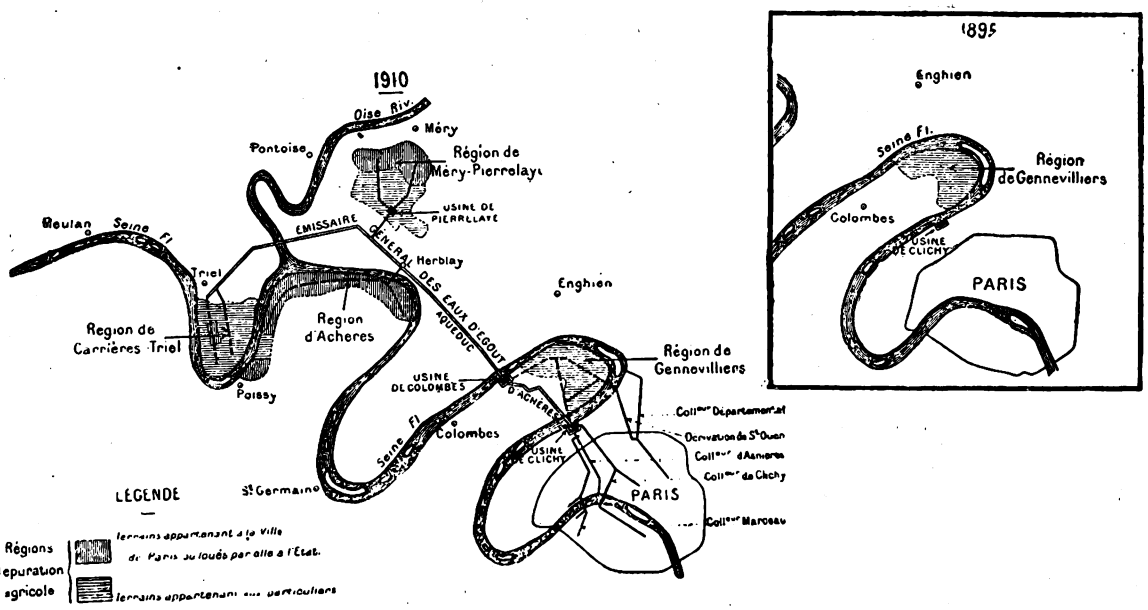


Fig. 308. — Carte générale du Régime d'épuration dans la région parisienne.

***

En partie, la dégradation est faite aussi, et surtout complétée, par des algues, vers, crustacés d'eau douce, poissons. C'est ainsi qu'à la station d'épuration biologique voisine de Strasbourg, on dilue l'eau d'égout avec deux tiers d'eau propre dans des bassins où l'on élève des tanches et des carpes (en deux ans, au lieu des quatre ans ordinairement nécessaires) ; on fait ensuite dégorger ces poissons dans l'eau propre pendant quelque temps avant leur mise en vente.

Digitized by Google

***

Aussi le procédé qui précède n'est-il applicable que si l'on dispose d'un fleuve comme le Rhin et de vastes surfaces pour créer les bassins nécessaires.

Ni cette masse d'eau propre, ni surtout les terrains, ne se trouvent dans le voisinage de Paris.

Utilisant un procédé plus pratique, on a irrigué, en effet, à peu près, tous les terrains convenables des départements de Seine et Seine-et-Oise à Gennevilliers, Achères, Méry-Pierrelaye et Carrières-Triel (fig. 308).

Ces champs transforment les eaux d'égout qui retournent, généralement claires, au fleuve. On y fait pousser des légumes, ce qui n'est pas sans danger, particulièrement pour les salades, que l'on consomme sans cuisson préalable ; les cultivateurs ont le souci constant d'augmenter leurs bénéfices sans se soucier, ni de la santé publique, ni de l'absorption des eaux d'égout, qu'ils refusent pendant les ensemencements, les récoltes, etc. La ville a donc acquis des terrains destinés à servir de régulateurs, mais les concessionnaires font des réclamations incessantes lorsqu'on veut augmenter le débit de l'irrigation. Dans les domaines régis directement par la ville, on augmenta les cultures fourragères ; le véritable but de ces domaines est de recevoir l'excès d'eau, pendant les périodes critiques où la culture libre n'en veut plus ; Picquenard, par exemple, reçoit alors, sur 160 hectares, 40.000 mètres cubes par jour ; mais avec un tel débit, l'épuration reste bien incomplète.

Il est, en effet, indispensable, pour favoriser l'action et le développement des ferments nitrifiants — qui agissent par oxydation — de leur fournir une quantité d'air suffisante, ce que l'on ne peut réaliser qu'en limitant la quantité d'eau reçue et en pratiquant les déversements d'une manière intermittente.

Les fig. 309 et 310 sont un exemple d'un dispositif d'aération par insufflation combiné avec des lits bactériens percolateurs. Nous en exposerons le principe un peu plus loin.

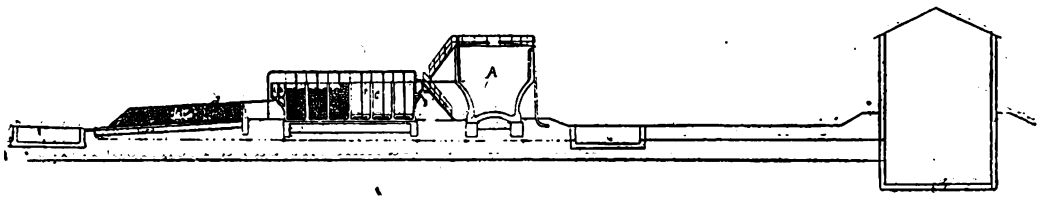


Fig. 309. — Bassins d'épuration de Villeneuve-Saint-Georges, vus en coupe.

***

En présence de la difficulté qu'il y avait de trouver à une distance raisonnable, les terrains perméables nécessaires, on s'ingénia à réaliser artificiellement une épuration biologique plus active.

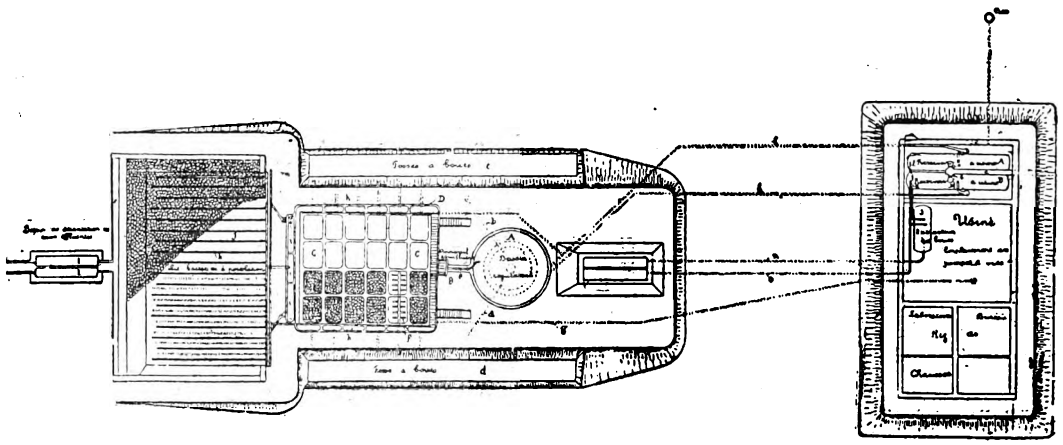


Fig. 310. — Bassins d'épuration de Villeneuve-Saint-Georges, vus en plan.

Ces nouveaux procédés, qui découlent des théories pasteuriennes, ont été d'abord expérimentés et appliqués sur une large échelle en Amérique et en Angleterre, puis étudiés en France par divers savants et techniciens sanitaires ; les premiers essais rationnels dans notre pays ont été dirigés par M. Calmette, à la station de la Madeleine, près de Lille.

Aux États-Unis, en Massachusetts, au labora-

Digitized by Google

toire Hiram Mills, avaient été essayés, dans des cuves de cinq mètres et de 2 m. 50 de profondeur, divers lits filtrants : terre de jardin, sable, craie, tourbe, briques, mâchefer et des mélanges divers.

On avait constaté qu'une irrigation continue ne permettait pas l'épuration. Opérant alors d'une manière discontinue, on a déterminé, d'après la teneur des eaux en matières organiques, la constitution de ces lits et la quantité d'eau que l'on pouvait épurer à l'aide de divers matériaux : les plus *poreux* et les plus solides (mâchefer, pouzzolane, briques concassées) sont les plus favorables.

Si l'on analyse le phénomène d'épuration, on voit que les matériaux dont il s'agit fixent les matières organiques, comme une matière colorante se fixe sur le papier ou sur un tissu.

Mais cette action d'adsorption deviendrait bientôt insuffisante. La plus grande utilité de ces matériaux, c'est d'être perméables à l'air qui permet l'oxydation et de servir de support aux colonies bactériennes agissantes. C'est pourquoi, on doit observer un délai de maturation pour permettre le développement des microbes, lesquels interviennent alors, comme nous l'avons rappelé plus haut. Si toutes les précautions sont prises, le travail se parachève et l'eau d'égout est finalement débarrassée des matières organiques et de l'ammoniaque ; théoriquement, elle pourrait servir à l'alimentation, mais comme il reste des germes pathogènes, il faudrait cependant la stériliser par la chaleur, le permanganate de potassium, le chlore, l'ozone, etc. En tout cas, elle peut, sans inconvénient, être déversée dans une rivière.

***

Les phénomènes sont exactement les mêmes que ceux qui ont pour siège les champs d'épandage : la seule différence, c'est que les lits bactériens sont plus perméables et par conséquent plus actifs.

Aux environs de Londres, on faisait passer des eaux d'égout dans des bassins de décantation, puis dans des lits bactériens : on obtint d'abord des résultats parfaits, puis ces lits se colmatèrent, empêchant ainsi l'air de pénétrer : il était donc nécessaire de digérer la matière organique avant d'irriguer.

On appliqua le procédé qu'avait imaginé — certainement sans bien le comprendre — Mouras, de Vesoul, en 1880 : la fosse septique. On sait que les matières fécales, qui tombent dans cette fosse, sont diluées dans l'eau qu'elle contient, fermentent, de sorte qu'à chaque nouvelle introduction de matière, il sorte une quantité égale de liquide ne contenant que des matières dissoutes. Cameron, à Exeter, construisit une fosse septique de 200 mètres cubes dans laquelle s'accumule l'eau des égouts. Au bout d'un séjour de vingt-quatre heures, les matières contenues (on n'avait préalablement écarté que les grosses masses) étaient digérées par les microbes anaérobies : on sait que ces agents disloquent les matières organiques en leur empruntant de l'oxygène, et les transforment en peptones, acides aminés et ammoniaque. Ces substances deviennent ensuite, dans les lits bactériens, la proie des ferments de nitrosation et de nitrification et l'opération continue sans colmatage.

Cependant les fosses septiques dégagent de très mauvaises odeurs, des gaz méphitiques, des mercaptans, etc., et l'on s'est appliqué à utiliser d'autres méthodes.

Ce qui fait la commodité des fosses septiques, c'est qu'elles suppriment les boues des bassins de décantation, boues que les cultivateurs refusent. A Birmingham on enfouit ces boues dans des tranchées de 1 m. 50 de profondeur ; ces boues s'égouttent au fur et à mesure du remplissage et, lorsque l'eau est entrée ainsi dans le sous-sol, on recouvre de terre et on sème du maïs dont les racines utilisent les matières azotées. Les récoltes sont très prospères. Tous les trois ans, on peut refaire une tranchée au même endroit ; ainsi la superficie nécessaire n'est pas trop considérable. On a aussi essayé de passer la boue au filtre-presse mais c'est un procédé impossible en raison de son prix de revient.

***

Les dispositifs mécaniques des lits bactériens et des fosses septiques ont été améliorés : l'eau distribuée par intermittences, à l'aide d'ingénieux appareils, s'épure très rapidement et l'on est arrivé à réduire de beaucoup, les surfaces nécessaires.

Sur le sol, le taux officiel d'épuration (Décrets de 1884, 1889, 1896) est de 12 litres par mètre carré et par jour, soit 40.000 mètres cubes par hectare et par an, tandis qu'à l'aide des lits bactériens on épure très facilement un mètre cube par mètre carré et par jour et même, avec des matériaux bien filtrants, 1,5 mètre cube d'eau d'égout normal. Il ne faut pas, en effet, que la concentration en ammoniaque arrive à dépasser 250 mgr. par litre car cette dose est toxique pour les microbes, ce qui explique d'ailleurs pourquoi la désorganisation des matières n'a pas lieu dans les fosses fixes.

***

Mais les lits bactériens sont dépassés depuis quelques années par le procédé des *boues activées* (1),

(1) Les hygiénistes anglais Ardern et Lockett sont vraisemblablement les inventeurs de ce procédé.

Digitized by Google

boues légères, d'aspect gélatineux qui servent de support aux microbes après une première formation pour le développement des colonies nitrifiantes ; on les mélange aux eaux d'égout neuves et dès que le phénomène est amorcé, il continue sans interruption : une partie des boues formées servant à traiter les eaux d'égout qui arrivent régulièrement pour remplacer l'eau clarifiée qui s'écoule.

Pour la formation des boues activées et pour leur utilisation indéfinie ensuite, on a le choix entre deux groupes de procédés.

***

Dans l'un on utilise des bassins dont le radier est pourvu de canalisations distribuant l'air légèrement comprimé (350 gr. environ) au-dessous de plaques poreuses en béton maigre ou de dalles percées de trous. La première fois, l'on introduit l'eau d'égout neuve, avec ses boues, c'est-à-dire un effluent dont on a retiré seulement les grosses matières en suspension. Sous l'influence de l'oxydation renouvelée par l'émission continue de bulles d'air qui, s'échappant des plaques poreuses, remontent à la surface, les colonies nitrifiantes se développent et les boues où elles se fixent changent complètement d'aspect : elles deviennent poreuses, légères et perdent la plus grande partie de leur odeur. Cette boue, dite *activée*, communique ensuite très rapidement son pouvoir catalytique à l'eau d'égout neuve et la nitrification s'opère ensuite très bien et assez vite.

En Angleterre, on emploie ainsi une série de petits bassins d'aération où les eaux résiduaires sont mélangées de 17 % de boues activées.

En deux heures, l'eau est désodorisée ; elle floculе dès qu'on l'introduit dans un bassin de repos où il ne reste plus qu'à achever la décantation ; on rejette l'eau claire et l'on reprend une partie des boues pour une nouvelle épuration.

Cependant quatre cinquièmes environ des boues activées sont inutiles ; on les accumule donc dans des champs où elles se sèchent. Ces matières contiennent de l'azote nitrique, mais pas assez pour constituer un engrais recherché. Nous pensons que, dans l'avenir, on pourrait se servir de cette matière poreuse comme support à des superphosphates pour préparer un engrais complet qui rendrait de grands services aux agriculteurs. On sait que les engrais trop concentrés, que l'on emploie actuellement, ne sont pas sans inconvénient, surtout lorsqu'ils sont soulevés sous forme de poussières par des vents violents. Nous devons reconnaître pourtant que les terrains de culture offrent, en France, une telle variété, que la préparation à l'avance, d'engrais complets convenant à chaque terrain, sera une tâche très compliquée ; mais il y a grand intérêt à la tenter, en commençant par l'utilisation des boues activées, qu'il est bien dommage d'enfouir ou d'employer en remblais. Signalons, en passant que ces boues séchées sont un combustible dont le pouvoir calorique atteint 3.000 calories : cela ne vaut pas évidemment la peine de les transporter, mais on pourrait en utiliser sur place une partie pour le chauffage de chaudières et la production d'énergie.

***

Le procédé des boues activées est, en défaut, lorsque l'effluent à traiter est trop riche en ammoniaque ou en acides et produits industriels antiseptiques. En Angleterre, il est arrivé ainsi des arrêts complets du fonctionnement. Pour éviter le délai important de la formation d'une nouvelle masse suffisante de boues activées, on a soin de faire fonctionner plusieurs bassins en parallèle afin qu'un afflux d'acides ou d'antiseptiques, insuffisamment dilués dans l'un d'eux, n'arrête pas l'ensemble et que les boues activées des bassins restés indemnes permettent, très vite, la remise en route de l'épuration dans le bassin paralysé.

***

L'aération par insufflation a été combinée avec l'emploi des lits bactériens percolateurs dans la remarquable installation de M. Gandillon, à Villeneuve-Saint-Georges.

Cette commune a si peu de pente que, sur 2.600 m. environ, le collecteur principal ne présente qu'une dénivellation totale de 2 m. 51. On assure cependant l'écoulement et le curage complet du réseau d'égouts à l'aide de la pression atmosphérique. Deux puissantes pompes mises en service, chaque fois qu'il est nécessaire, à l'usine d'épuration, mettent le collecteur sous une dépression de 50 à 60 centimètres de mercure ; ouvrant alors successivement les réservoirs centraux, puis les canalisations de rues, l'air qui arrive par les extrémités des conduites — absolument étanches aux autres endroits — pousse avec une force invincible toutes les matières vers le bassin régulateur A (fig. 309 et 310).

Cette installation comprend une série d'appareils qu'il serait très intéressant de décrire, mais nous croyons que M. Leduc, maire de Villeneuve-Saint-Georges, fournirait, aux personnes intéressées, tous les renseignements qu'elles désireraient ; aussi ne dirons-nous quelques mots que de l'épuration proprement dite, seul objet de notre présente étude.

Du bassin régulateur A où les matières sont dissoutes par les anaérobies — suivant les phases que nous avons indiquées précédemment — le liquide

Digitized by Google

passe dans un bassin B qui alimente automatiquement les cellules d'oxydation formées par la division d'un bassin D. Chaque cellule est divisée par une cloison qui s'arrête à 80 centimètres du fond et communique avec la voisine à l'aide de siphons dont on peut faire varier le nombre pour modifier le débit : le liquide parcourant ainsi, en descendant, puis en remontant, douze cellules. Le bassin D comprend deux groupes de douze cellules, chaque groupe agissant parallèlement.

Dans ces cellules, s'opère la nitrification, qu'accélère de beaucoup, une insufflation d'air (l'air de refoulement des pompes dont il a été question plus haut) arrivant par une tuyauterie en arête de poisson disposée au bas de chaque cellule. Trois petits bassins rectangulaires *i* servent de collecteurs et trois siphons, qui s'amorcent automatiquement, épandent, à l'aide d'une canalisation aérienne perforée, les liquides sur le lit percolateur *j*, couche de scories ou mâchefers de 1 m. 50 reposant sur un radier incliné ; l'épuration s'y achève.

Cette installation suffit actuellement pour l'épuration de 400 mètres cubes d'eaux-vannes par jour.

***

La Ville de Paris expérimente, depuis deux ans environ, le procédé des boues activées auprès des usines de Colombes (usines de refoulement des eaux destinées à l'épandage sur les trois bassins culturaux d'Achères, de Pierrelaye et de Triel, épandage insuffisant — il s'en faut de beaucoup — pour l'épuration des eaux d'égout).

Deux dispositifs sont essayés, l'un à côté de l'autre.

Du premier, qui pratique l'insufflation d'air comprimé à 350 grammes environ, telle que nous l'avons déjà décrite, nous dirons peu de chose, sinon qu'il fonctionne à souhait et que la concentration en boues activées a été portée de 17 % suivant les errements anglais, à 25 % : il est bien évident, d'ailleurs, que la qualité intrinsèque de l'effluent

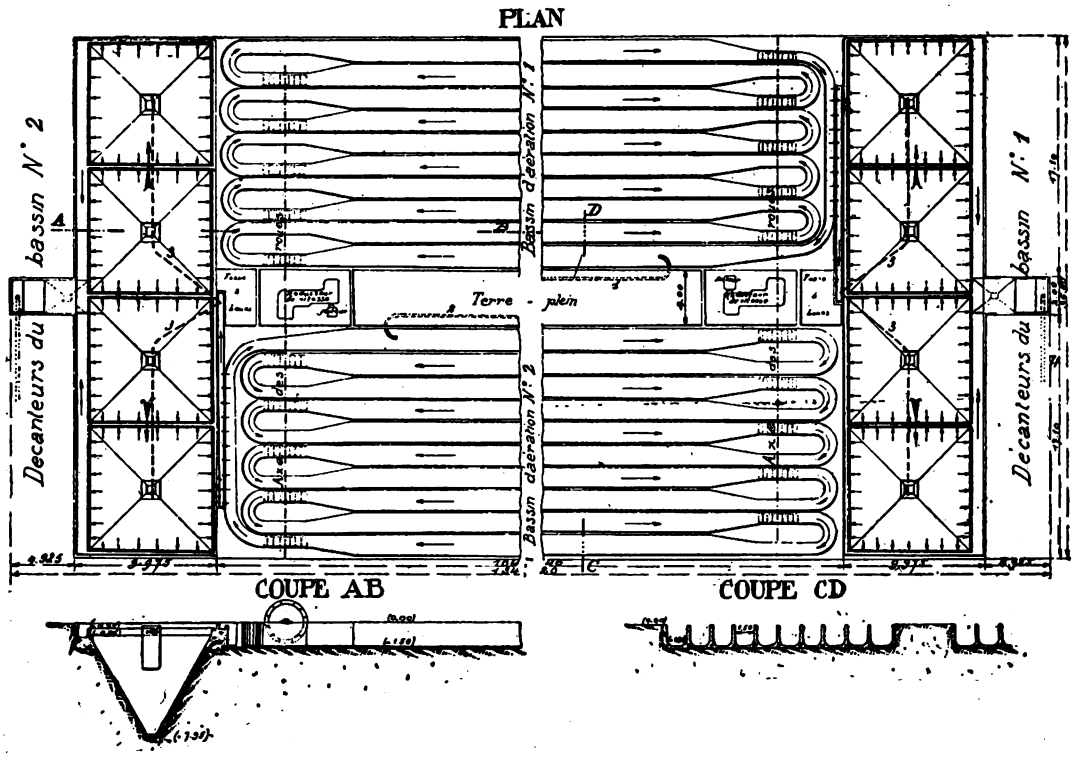


Fig. 311. - Dispositif proposé par M. Bourgeois, chef de la Station d'épuration du Mont-Mesly, pour l'application du procédé des boues activées.

Entre le désamorçage puis l'amorçage des siphons à chaque remplissage des bassins *i*, s'écoulent des temps variables mais suffisant, en général, à l'aération des lits bactériens. Lorsque l'on veut activer l'oxydation finale, on peut insuffler un supplément d'air à l'aide de 18 tubes perforés placés sous les scories.

joue un rôle important, et Bezons a l'avantage de traiter une eau d'égout dont la composition reste assez constante.

Le second, dit *Simplex*, mérite cette appellation. Il utilise essentiellement une roue horizontale dont les aubages brassent l'effluent qui se déverse continuellement vers le centre de cette roue ; il en

Digitized by Google

résulte une projection considérable de molécules liquides dont l'aération est ainsi fort bien assurée. De plus, le tracé des aubes est tel que le liquide non projeté tend à s'enfoncer, et cette action, combinée avec la vitesse initiale du déversement, donne à l'ensemble liquide et aux boues en suspension, un mouvement hélicoïdal qui gagne, peu à peu, le radier du réservoir; une colonne verticale le ramène vers le centre de la roue et ainsi, toutes les vingt minutes environ, les colonies nitrifiantes sont mises en contact avec l'air. On a constaté, toutefois, que les remous qui se produisaient, aux angles du bassin, n'étaient pas sans inconvénient et donnaient lieu à des dépôts, mais on y a remédié très heureusement, en disposant dans chaque angle du bassin, une cheminée de déversement qui ramène les eaux à la base de la colonne verticale dont il a été parlé plus haut.

des grandes villes où les terrains propices sont rares et chers.

***

C'est à peu près le même encombrement relatif que procure le dispositif d'épuration continue, fonctionnant depuis deux ans à la Station du Mont-Mesly, près Créteil, et qui traite le 200e environ des eaux d'égout du département de la Seine.

L'installation (1) comporte essentiellement un bassin d'*aération* de 60 m. × 25 m., que de minces chicanes en béton armé divisent en canaux offrant à l'eau d'égout un parcours total ininterrompu d'un kilomètre environ. Pour maintenir en suspension la boue activée, dix-huit roues à palettes, commandées par deux arbres longitudinaux actionnés par des moteurs de 18 ch., communiquent à l'ensemble, eau et boue, un mouvement uniforme

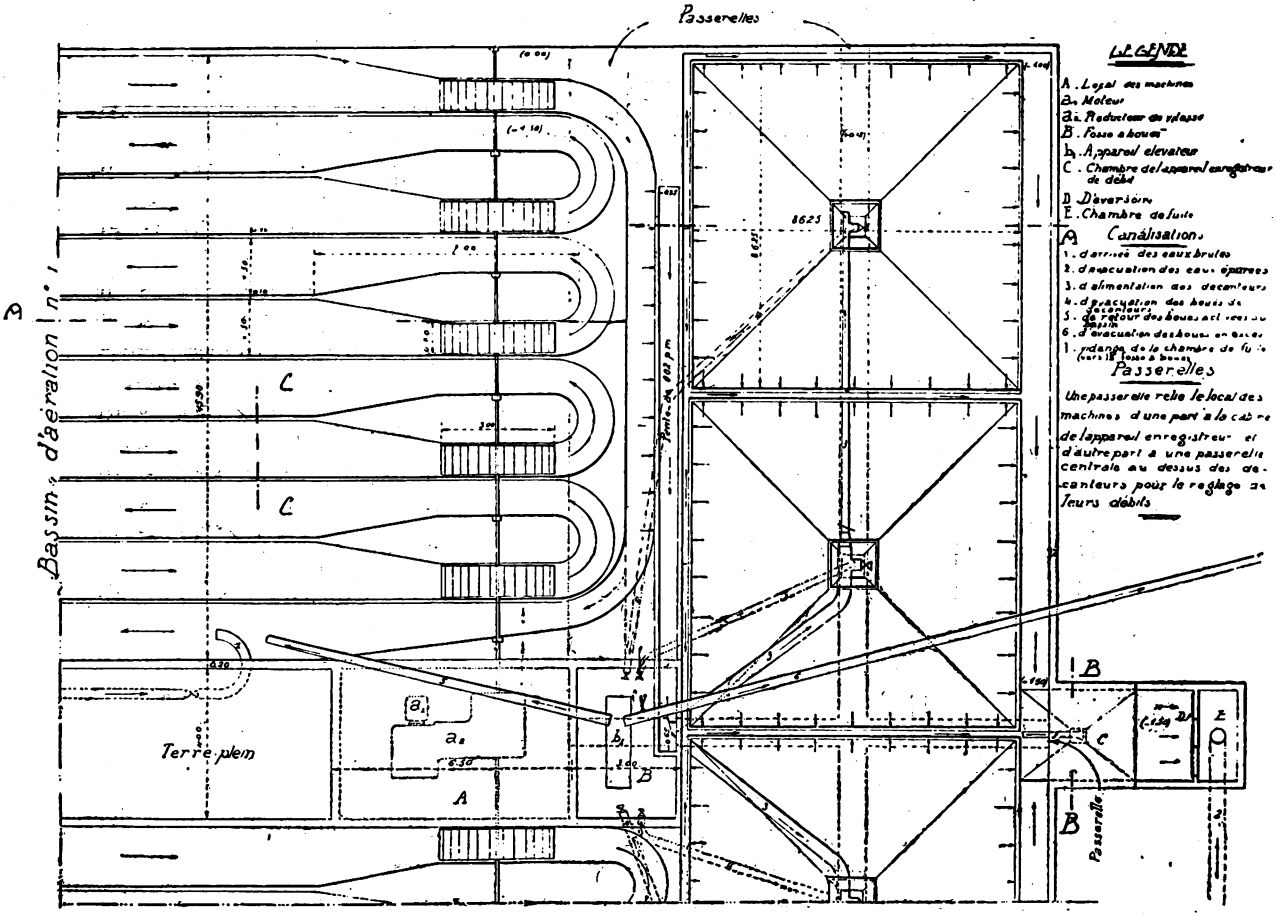


Fig. 312. — Détail des chambres d'évacuation des boues et de l'eau épurée.

L'ensemble de l'installation n'occupe, à quantités égales d'eaux traitées, que le dixième des terrains indispensables pour les lits bactériens. On voit quel est l'intérêt de ce système aux abords

de 0 m. 50 environ par seconde; les chocs des pa-

(1) Nous avons décrit longuement le procédé des boues activées dans notre ouvrage « *Communications scientifiques et faits industriels*, 1922-23 ». Payot, éditeur à Paris.

Digitized by Google

lettes et les changements de direction aux extrémités arrondies des canaux augmentent la surface d'aération.

Le canal transversal, aboutissement du circuit, déverse sur toute sa longueur, à chaque passage, un certain débit d'eau épurée et de boues activées, dans des couloirs de récupération destinées à retenir, dans le bassin, la majeure partie de la boue et ses colonies nitrifiantes ; trois chambres rassemblent le reste qui tombe dans les chambres de précipitation : l'eau est évacuée vers la Seine, à travers une chambre de jauge ; la boue activée, qui reste au fond, est reprise par des pompes pour être mélangée à l'eau d'égout qui afflue continuellement à l'origine du circuit.

Lorsque les boues sont en excès, les pompes les refoulent dans un champ voisin où elles s'assèchent sans dégager d'odeur appréciable. Le tout est automatique.

tenté de croire que le problème est résolu et qu'un procédé relativement économique va permettre d'épurer toutes les eaux d'égout de la ville et du département de la Seine. Remarquons cependant qu'il s'agit d'une dépense de l'ordre de 300 millions et que, malgré l'intérêt considérable de ces travaux, pour la salubrité publique, il convient de procéder par étapes, en corrigeant successivement les imperfections que la pratique mettrait en lumière.

Il existe ainsi diverses méthodes propres à purifier ou épurer partiellement l'eau d'égout, mais la réussite d'une installation dépend de variables nombreuses résultant de la constitution des effluents à traiter. Nous avons simplifié le problème en l'exposant, en réalité il est beaucoup plus complexe, comme tous ceux où réagissent des matières organiques diverses et des germes organisés, comprenant un grand nombre d'espèces.

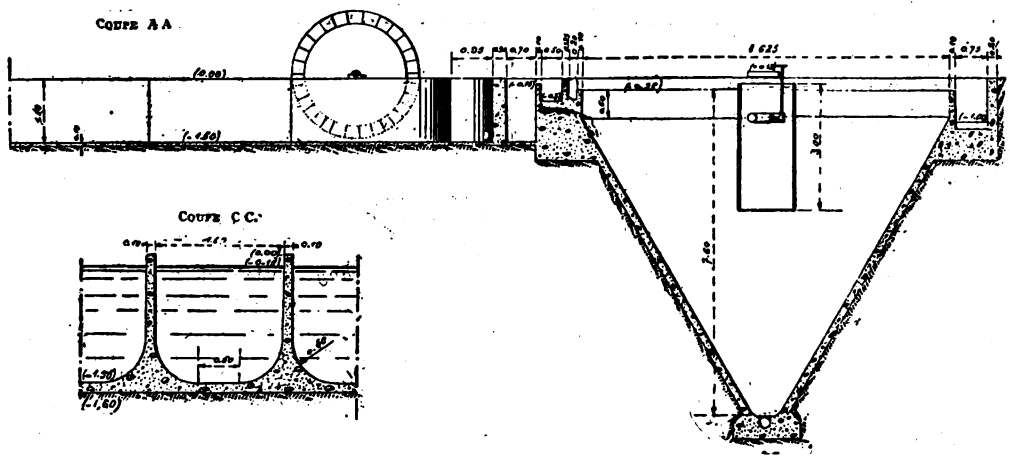


Fig. 313. — Coupes AA de la chambre de décantation et CC des canaux dans lesquels les eaux sont épurées au contact des boues activées.

Le rendement mécanique de cette installation, calquée sur celle de Sheffield, peut être amélioré dans une certaine mesure (nous en parlons à notre aise car nous avons fait l'étude de cette première machinerie), mais l'examen détaillé des perfectionnements nous entraînerait un peu loin. Nous nous contenterons de donner (fig. 311, 312 et 313) le dispositif général proposé par M. Bourgeois, ingénieur, chef de la Station, et qui aurait l'avantage, en jumelant deux bassins, de réduire les frais et la surface occupée. On peut espérer traiter 15 mètres cubes d'eau d'égout par mètre carré et par jour, alors que les lits bactériens ne traitent à peu près que 1 m³ et les terrains d'épandage que 10 à 11 litres, toujours par mètre carré et par jour.

***

En présence de ces chiffres, on serait presque

Retenons cependant : que la boue d'égout aérée par divers dispositifs — plus ou moins ingénieux ou économiques — change de forme, de couleur et de composition ; qu'elle devient floculente et brune, qu'elle se décante très vite au repos, laissant une couche d'eau limpide et imputrescible, tandis que le dépôt colloïdal — la boue activée — contient une forte teneur en ferments nitreux et nitriques.

En mélangeant l'eau d'égout fraîche à cette boue activée, et en aérant de nouveau, l'épuration est beaucoup plus rapide que la première fois : l'ammoniaque disparaît en majeure partie, les colloïdes sont fixés et la décantation de la nouvelle formation de boue activée se fait très facilement.

En ajoutant à l'eau épurée, 2 mgr. de chlore par litre, M. Dienert l'a débarrassée de ses germes pathogènes.

Digitized by Google

D'ailleurs, MM. P. Courmont et A. Rochain ont constaté que, même sans chlore, ces germes (bacilles typhiques et paratyphiques, vibrion cholérique, etc.), meurent par suite de la concurrence vitale que leur font les germes saprophytes ; ces derniers s'élimineraient eux-mêmes, au sortir des appareils d'épuration.

Il ne reste donc qu'à élucider les conditions *optima* des cultures bactériologiques utiles dans les bassins d'aération. Ce point acquis, il ne sera pas difficile de combiner des appareils mécaniques assurant le meilleur rendement.

On n'aura plus alors qu'à imaginer et mettre au point le meilleur procédé pour récupérer, tout ce qu'il est possible, des boues activées en excédent (fabrication de briquettes combustibles ou d'engrais). Et l'on peut entrevoir une époque où les frais de collection et d'épuration des eaux d'égout seront entièrement couverts par d'habiles récupérations.

En attendant, tâchons de réduire au minimum les impuretés du petit fleuve qui traverse notre capitale. Nous avons déjà montré à ce sujet comment on pourrait augmenter le débit à l'étiage à l'aide de barrages et de réservoirs qui emmagasineraient les grandes crues d'hiver.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le mois mathématique à l'Académie des Sciences (août 1926). — *Theorie des nombres.* M. *Jacques Chapelon* indique des relations auxquelles satisfont des sommes de minima de formes quadratiques arithmétiques définies, de discriminants respectifs N et 4 N ; pour les classes de discriminant 8 N + 7 et de l'ordre impropre il donne des relations analogues dont l'une généralise une formule obtenue par G. Humbert au moyen des fonctions elliptiques.

Théorie des fonctions. I. M. *Georges Alexitch* envisage une fonction analytique $f(z)$ telle que pour $\rho < 1$ on ait

$$\int_0^{2\pi} | f(\rho e^{i\theta}) | \, d\theta < G ;$$

il montre que $\mathcal{R}_j(e^{i\theta})$ et $\mathcal{J}_j(e^{i\theta})$ sont alors des séries de Fourier conjuguées ; $f(e^{i\theta})$ est sommable C de tout ordre δ (> 0) sauf peut-être sur un ensemble de mesure nulle.

2. Après avoir complété des définitions de M. Bortolotti sur la croissance relative de deux fonctions, y, y_1, M. *N. Poditiaguine* énonce une série de résultats sur la croissance relative des fonctions y, $\nu = \frac{y'}{y} : \frac{y'_1}{y_1}$, $\nu_1 = \frac{\nu'}{\nu} : \frac{y'_1}{y_1}$, ... introduites par les définitions en question.

3. M^lle *N. Bary* montre que la classe des fonctions vérifiant la condition (S) de M. Banach coïncide avec celle des fonctions absolument continues de fonctions absolument continues.

4. M. *A. Kovanko* énonce des conditions qui permettent d'écrire la relation

$$\lim_{n=\infty} (D) \int_a^x f_n(\alpha) d\alpha = (D) \int_a^x \lim_{n=\infty} f_n(\alpha) d\alpha \quad (a<x<b)$$

les f_n, totalisables, convergeant presque partout dans (a, b) vers f et les intégrales étant prises au sens de M. Denjoy.

Analyse. I. On doit à Liouville le théorème suivant : Si l'équation $y' + y^2 = P(x)$ où P est algébrique possède une solution élémentaire elle a nécessairement une solution algébrique. M. *J.-F. Ritt* démontre le théorème par une méthode plus simple que celle de Liouville.

2. M. *Akimoff* applique les transcendantes de Bessel, généralisées par M. Appell, à la représentation des coefficients du développement de fonctions conditionnellement périodiques envisagées par M. Staude. La formule obtenue généralise des résultats de Cauchy, Hansen, Staude, Horn.

3. En s'appuyant sur des résultats de M. Landau et de M. Hadamard, M. *Mandelbrojt* donne un théorème qui permet de limiter inférieurement l'ordre au point singulier $z = 1$ d'une fonction holomorphe en O possédant cette seule singularité sur le cercle de convergence $| z | = 1$.

4. Poursuivant ses recherches sur les fonctions de Legendre M. *René Lagrange* obtient à leur sujet diverses formules remarquables et notamment une relation fournissant des sommes de produits de coefficients du binome.

5. Soit L une opération fonctionnelle qui change un polynome $f(z)$ en $l_0 f(z) + l_1 f'(z) + l\, f'' + \ldots$; M. *G. Polya* recherche la condition que doit remplir L pour que, si toutes les racines de $f(z)$ sont dans un domaine convexe donné, il en soit de même des racines du polynome transformé ; et il indique des applications du résultat obtenu.

8. Dans une autre Note, l'auteur envisage des opérations fonctionnelles linéaires transformant des expressions

$$a_0 e^{\lambda_0 z} + \ldots + a_n e^{\lambda_n z}$$

en $\quad L(\lambda_0) a_0 e^{\lambda_0 z} + \ldots + L(\lambda_n) a_n e^{\lambda_n z}$

et il détermine la forme que doit avoir L (x) pour satisfaire à des conditions portant sur les racines des expressions précédentes. Il trouve, dans le même ordre d'idées que si le polynome

$$a_0 + \frac{a_1}{1} z + \ldots + \frac{a_n}{n!} z^n + \ldots$$

n'a que des racines réelles négatives, il en sera de même du polynome

$$a_k + \frac{a_{k+1}}{1} z + \ldots + \frac{a_{k+n}}{n!} z^n + \ldots .$$

6. A l'aide du second théorème de M. Hadamard sur les fonctions entières, M. *Silvio Minetti* établit le résultat que voici : Si le coefficient taylorien a_n est de la forme $a_n = g(n)$ avec

$$g(t) = e^{\beta_0 + \beta_1 t} \prod_1^\infty \left(1 - \frac{t}{\alpha_i}\right)$$

le rayon de convergence de la série de Taylor est $e^{-\beta_1}$, le point $z = e^{-\beta_1}$ étant singulier.

7. M. *Jacques Chokatte* utilise les polynomes de Tcheby-

Digitized by Google

cheff à plusieurs variables pour limiter la valeur absolue de certains polynomes.

Géométrie. — M. *Boris Delaunay* se propose de déterminer tous les corps convexes, homothétiques deux à deux, qui peuvent remplir l'espace sans lacunes (comme les parallélépipèdes et le prisme hexagonal). De ce problème envisagé par Fedoroff, Kelvin, Minkowski, Voronoï, il donne une solution nouvelle complète, et il aborde le problème analogue pour l'espèce à quatre dimensions.

Mécanique céleste. I. M. Chazy a étudié les conséquences de l'arrivée dans le système solaire, réduit au Soleil et à Jupiter, d'un astre étranger à ce système. M. *M. Boneff* montre comment on pourrait étudier approximativement le mouvement de l'astre dans un système comprenant un nombre quelconque d'éléments. Il suppose que l'astre reste suffisamment éloigné des éléments du système, et qu'il possède une vitesse suffisante ; il fractionne alors le temps en intervalles assez petits pour que les corps du système puissent être considérés comme immobiles.

2. Grâce à la représentation conforme sur un cercle d'un domaine plan introduit par M. Charlier, M. *Kyrille Popoff* montre comment on pourrait étendre de 0 à 1 la convergence des séries procédant suivant les puissances de l'excentricité. Un résultat analogue s'applique pour le paramètre μ de Poincaré au problème des trois corps.

Elasticité. M. *Carl A. Garabedian* étudie par la méthode de série le problème du disque, d'épaisseur constante ou non, tournant en régime uniforme ou non. Il aboutit à des équations telles que l'équation de Stodola.

Physique mathématique. I. M. N. Kryloff a employé une méthode de minimisation pour l'intégration approchée du système

$$y'' + A(x)y = f(x); \quad y(0) = y(1) = 0$$

A l'aide de théorèmes de MM. Bernstein et de la Vallée-Poussin, M. *Krawtchouk* étudie l'ordre de grandeur des différences $y_n^{(j)} - y_m^{(j)}$

2. En mécanique statistique le passage du discret au continu peut s'opérer dans les équations du problème (auxquelles on substitue des équations différentielles) et dans leurs solutions. Ces deux manières de faire sont-elles équivalentes? C'est ce que pose le principe de Rayleigh. MM. *N. Bogoliouboff* et *N. Kryloff* le justifient dans des cas étendus. La méthode s'applique au calcul des variations.

Statistique mathématique. A la fonction $y = f(x_i a_0, \ldots, a_p)$ $(p<n-1)$ attachons une fonction homogène de degré 0 des $x_1, \ldots, x_n$ d'une part, des $y_1, \ldots, y_n$ d'autre part. telle que si les variables sont réelles la fonction prenne une valeur comprise entre -1 et $+1$, telle en outre que si les x et les y vérifient $y_i = f_i(x_i, a_0, \ldots, a_p)$, la fonction soit égale à ± 1 (et réciproquement). M. *S. A. Gheorghiu* appelle la fonction ainsi formée un coefficient de corrélation et indique des applications de cette notion. René GARNIER.

Thermodynamique

L'énergétique et l'atomistique. — 1. L'étude des phénomènes caloriliques peut être faite de deux points de vue différents, que l'on a parfois opposés l'un à l'autre mais qui, en réalité, se complètent heureusement.

On peut, et c'est le point de vue thermodynamique, s'appuyant sur un petit nombre de principes d'origine expérimentale, tel que le principe de l'équivalence et le principe de Carnot, rechercher les lois mathématiques des phénomènes. Ces lois, dont la vérification devra être soumise au contrôle de l'expérience, nous font connaître diverses particularités des phénomènes sans nous fournir aucune indication sur leur mécanisme possible. Leur ensemble forme un corps de doctrine d'une belle ordonnance, qui peut satisfaire entièrement les esprits épris de logique, mais qui ne parle en rien à l'imagination. Il nous permet de calculer le « combien » des choses mais ne nous dit rien sur leur « comment ».

Les théories atomistiques répondent à ce besoin de connaître le « comment » des choses. Elles cherchent à donner une image mécanique des phénomènes qui, si elle ne peut avoir la prétention d'en être la traduction exacte, nous en fournit tout au moins une représentation commode. Admettant que la matière est formée de molécules en mouvement incessant, elles parviennent à interpréter les principaux phénomènes de la chaleur: la température serait liée aux vitesses d'agitation moléculaire, la pression d'un gaz dépendrait du nombre de chocs par seconde de ses molécules contre les parois des récipients qui le renferme, la fusion et la vaporisation se produiraient lorsque la force vive des molécules serait suffisante pour leur permettre d'échapper plus ou moins complètement à leurs attractions mutuelles; les chocs des molécules entre elles interviendraient dans la propagation de la chaleur par conductibilité, etc. La théorie cinétique des gaz, qui n'est qu'une branche de la théorie mécanique de la chaleur, forme aujourd'hui un ensemble imposant et rend compte, dans leurs moindres détails, d'un grand nombre de faits expérimentaux.

2. Ce n'est pas seulement dans l'étude de la chaleur que s'opposent les conceptions énergétique et atomistique. On les retrouve dans toutes les branches de la physique et de la chimie. Certains esprits suivent aisément les développements mathématiques, tandis que d'autres ne conçoivent bien que les images mécaniques.

Les deux doctrines ont eu chacune des partisans irréductibles et intransigeants: « Une théorie physique, écrit P. Duhem, n'est pas une explication; c'est un système de propositions mathématiques, qui ont pour but de représenter, aussi simplement, aussi complètement et aussi exactement que possible, un ensemble de lois expérimentales. » Et ailleurs : « Pour le physicien, l'hypothèse que tous les phénomènes naturels peuvent s'expliquer mécaniquement n'est ni vraie, ni fausse; elle n'a pour lui aucun sens. »

En un article retentissant, dont le titre « La déroute de l'atomisme contemporain » est à lui seul une profession de foi, Oswald a autrefois très vivement attaqué les théories mécaniques:

« C'est une entreprise vaine, qui a piteusement échoué devant toute expérience sérieuse, écrit-il, de vouloir rendre compte par la Mécanique de tous les phénomènes physiques connus; cette entreprise peut bien moins réussir si elle s'attaque aux phénomènes incomparablement plus compliqués de la vie organique. La tentative n'a même pas la valeur d'une hypothèse auxiliaire: c'est une erreur pure et simple.

« L'erreur saute aux yeux dans le fait suivant: dans toutes les équations mécaniques, le signe de la variable représentant le temps peut changer; en d'autres termes, les phénomènes de la Mécanique rationnelle peuvent suivre le cours du temps ou le remonter. Dans le monde de la Mécanique rationnelle, il n'y a ni passé, ni avenir, au même sens que dans le nôtre : l'arbre peut redevenir rejeton et graine; le papillon, chenille; le vieillard, enfant. Pourquoi ces

Digitized by Google

faits ne se produisent-ils pas dans la réalité ? La théorie mécanique ne l'explique pas; et, en vertu même des propriétés des équations, elle ne peut l'expliquer. Le fait que, dans la nature réelle, les phénomènes ne sont pas réversibles, condamne ainsi sans appel le matérialisme physique.

« Alors, dira-t-on, s'il faut renoncer aux atomes, à la mécanique, quelle image de la réalité nous restera-t-il ? Mais on n'a besoin d'aucune image, d'aucun symbole. Ce n'est pas notre affaire de voir le monde plus ou moins déformé dans un miroir courbe; il faut le voir directement, autant que le permettent nos forces intellectuelles. Établir les rapports entre des réalités, c'est-à-dire des grandeurs tangibles, mesurables, de telle sorte que, les unes étant données, les autres s'en déduisent, voilà la tâche de la science : et la science ne l'a pas remplie quand elle se paie d'une image plus ou moins hypothétique. »

C'est d'ailleurs la même idée que traduit Pascal dans le passage célèbre des *Pensées* : « Il faut dire en gros, cela se fait par figure et mouvement car cela est vrai, mais de dire quels et combien et composer la machine, cela est ridicule; car cela est inutile, et incertain, et pénible. »

Pour Duhem, pour Oswald, pour toute l'école énergétique, les théories mécaniques sont, non seulement inutiles, mais nuisibles aux progrès de la science. La doctrine de l'énergie suffit pour relier tous les faits connus et pour établir entre eux des lois précises de causalité. Moins intuitive sans doute que la doctrine mécaniste, elle leur paraît tout aussi explicative : « Comment connaissons-nous le monde extérieur, écrit Oswald, sinon par nos sensations ? Toutes nos sensations ont un caractère commun et un seul : elles correspondent à une différence d'énergie entre les organes des sens et le milieu qui les entoure. Dans un Univers, dont la température serait uniformément égale à la température de notre corps, il nous serait impossible d'avoir aucune idée de la chaleur, pas plus que nous ne ressentons la pression atmosphérique constante, sous laquelle nous vivons : nous n'en acquérons la connaissance qu'après avoir éprouvé l'effet de milieux où règne une pression différente. »

Ainsi, pour Oswald, le monde extérieur ne se révélerait à nous que par des rapports d'énergie. Poussant jusqu'au bout les conséquences de cette constatation, il ne lui semble pas possible d'accorder plus de réalité à la matière qu'à l'énergie. Pour un peu, il nierait jusqu'à l'existence de la matière (1). »

« La matière est une invention, assez imparfaite d'ailleurs, que nous nous sommes forgés, pour représenter ce qu'il y a de permanent dans toutes les vicissitudes. La réalité effective, c'est-à-dire celle qui fait effet sur nous, c'est l'énergie. »

... « Vous recevez un coup de bâton. Que ressentez-vous, le bâton ou son énergie ? Le bâton est assurément la chose du monde la plus inoffensive, tant que personne ne le brandit. Nous pouvons tout aussi bien nous heurter au bâton immobile; mais, dans tous les cas, ce que nous ressentons ce sont les différences d'énergie entre l'extérieur et nos organes : Que le bâton s'abatte sur nous ou nous sur le bâton, peu importe. Au contraire, si nous possédons une vitesse égale à celle du bâton et dans la même direction, le bâton n'existe plus pour notre toucher, car il ne peut avoir avec nous ni contact, ni échange d'énergie.

« ... La notion d'énergie peut servir à expliquer tout ce qu'on expliquait autrefois par les notions de matière et de force et même davantage : il suffit de reporter à l'une les propriétés et les lois qu'on attribuait aux autres. »

A ces critiques les partisans des modèles mécaniques répondent, non sans quelque apparence de raison, que notre connaissance est toujours subjective et qu'il est impossible d'étreindre la réalité. Des phénomènes, on ne connaît véritablement que les représentations qu'on s'en fait. Chacun les choisit à son gré. Les esprits les plus abstraits peuvent se contenter d'une représentation purement mathématique; ils *voient* les équations, parfois très compliquées, qui lient les phénomènes étudiés à d'autres phénomènes plus simples et en aperçoivent d'un coup toutes les conséquences.

Mais pourquoi serait-il interdit d'adopter un autre mode de correspondance ? Il en est qui ont acquis dès l'enfance l'habitude de *voir* les phénomènes mécaniques, de les enchaîner intuitivement comme d'autres font pour les mots ou les équations différentielles. Pourquoi les empêcher d'utiliser, dans l'interprétation des phénomènes complexes, ces images mécaniques qui sont pour eux si explicatives ? Lord Kelvin, Clausius, Helmholtz, à qui l'on ne saurait refuser la faculté d'abstraction, les ont prises constamment, pour guide dans leurs recherches : « Je ne suis jamais satisfait, écrivait lord Kelvin, tant que je n'ai pas pu faire un modèle mécanique de l'objet. Si je puis faire un modèle mécanique, je comprends; tant que je ne puis pas faire un modèle mécanique, je ne comprends pas. » Et l'on sait que Maxwell a cherché, sa vie durant, une image mécanique des phénomènes électriques. Sans doute a-t-il échoué dans cette tentative, l'électricité étant irréductible à la mécanique, comme on l'a établi depuis; mais on ne saurait reprocher au créateur de la théorie électromagnétique d'avoir adopté une méthode de travail dont il a su tirer de si magnifiques résultats.

Ainsi l'explication des phénomènes que tente de donner l'atomistique répond-elle à un véritable besoin, pour un grand nombre d'esprits scientifiques : « Si nous étudions une machine, écrit Jean Perrin, nous ne nous bornons pas à raisonner sur les pièces visibles, qui pourtant ont seules pour nous de la réalité tant que nous ne pouvons pas démonter la machine. Certes, nous observons de notre mieux ces pièces visibles, mais nous cherchons aussi à *deviner* quels engrenages, quels organes *cachés* expliquent les mouvements apparents.

« Deviner ainsi l'existence ou les propriétés d'objets qui sont encore au delà de notre connaissance, *expliquer du visible compliqué par de l'invisible simple*, voilà la forme d'intelligence intuitive à laquelle, grâce à des

(1) La matière ne serait pour lui qu'une forme de l'énergie : « L'énergie et la matière sont-elles deux choses réellement différentes, comme l'âme et le corps, ou n'est-ce pas plutôt que ce que nous savons et disons de la matière est déjà compris dans l'idée d'énergie ?... La matière n'est autre chose qu'un groupe de différentes énergies, rangées ensemble dans l'espace, et tout ce que nous voulons en dire, nous le disons de ces énergies seulement ». Ces vues s'accordent assez bien avec la conception actuelle, qui voit dans la matière une forme particulière de l'énergie, l'énergie intra-atomique.

Digitized by Google

hommes tels que Dalton ou Boltzmann, nous devons l'Atomistique. »

Enfin, les atomistes peuvent répondre aux énergétistes en énumérant les nombreuses découvertes qu'ils ont réalisées dans les domaines les plus variés de la physique. L'électrolyse, la décharge dans les gaz raréfiés, la radioactivité et les transmutations dont elle s'accompagne, les colloïdes et les particules ultra-microscopiques animées du mouvement brownien, l'interprétation du rayonnement, etc... sont autant de phénomènes qui s'interprètent admirablement dans l'hypothèse moléculaire et pour lesquels l'application de cette hypothèse a fourni de prévisions vérifiées par les faits.

3. De nos jours, les savants sont devenus plus éclectiques. Peut-être parce qu'ils ont renoncé définitivement toute connaissance objective des phénomènes, la méthode à suivre pour établir entre ces phénomènes des liens de causalité a-t-elle moins d'importance à leurs yeux. Toute hypothèse leur paraît bonne si elle leur fait faire des découvertes. Or, il est incontestable que la doctrine énergétique aussi bien que les théories mécanistes ont été des guides très utiles entre les mains de ceux qui ont su les utiliser. Sans croire à la *réalité*, ni de la matière, ni de l'énergie, ni des atomes, il nous semble que nous ne disposons pas de trop de moyens pour atteindre la vérité et que nous avons le droit d'utiliser successivement ou simultanément des conceptions énergétiques, atomistiques ou mécanistes, si elles nous paraissent capables de soulever, si peu que ce soit, un coin du voile qui cache le mystère impénétrable des choses. A. Bc.

Biologie

Les insectes de la caprification et leurs parasites. — Les mystères de la fécondation des fleurs de figuier, c'est-à-dire au point de vue agricole le secret de la production de figues sur beaucoup d'espèces de figuiers et en particulier sur celle dite de Smyrne, bien que parfois entrevue depuis longtemps n'ont été scientifiquement expliqués qu'assez récemment; autrefois de vieilles routines remontant à des temps les plus reculés indiquaient seulement la nécessité de cultiver auprès des figuiers certaines espèces sauvages, les capri-figuiers, ou mieux de transporter à des époques déterminées les petits fruits de ces arbres au voisinage des fleurs des pieds donnant les figues comestibles, l'opération étant appelée *caprification*.

Nous devons dans ces dernières années au Professeur Grandi, de l'École supérieure d'agriculture de Bologne, de très intéressantes recherches sur la caprification, recherches qui par leur précision et une continuation méthodique ne manqueront pas de présenter un grand intérêt au point de vue de la biologie générale. Peut-être même seront-elles l'origine d'applications inattendues par les horizons nouveaux qu'elles sont susceptibles de donner, en particulier en ce qui concerne les modifications des espèces corrélatives avec le milieu et les rapports symbiotiques ou de dépendance unissant les êtres vivants entre eux.

On sait que dans les figuiers, les fleurs, très petites, se trouvent réunies par nombres importants à l'intérieur de réceptacles charnus en forme d'outres, réceptacles qui en grossissant donnent les figues. Dans la majorité des espèces, les fleurs femelles tapissent le fond de ces outres et les mâles en garnissent l'entrée, mais aucune fécondation naturelle n'a lieu, les maturations des deux sortes de fleurs ne concordant pas pour un même réceptacle.

Les fruits ne se développent que si de petits insectes appelés insectes de la caprification et appartenant au genre *Blastofaga* en Italie, apportent le pollen des réceptacles à fleurs mâles épanouies à l'intérieur desquels ils éclosent, dans ceux à fleurs femelles, où ils pénètrent pour pondre.

Sur la plupart des figuiers cultivés, sélections de rameaux à fleurs femelles seules, le développement des figues se produit quand les *Blastophaga* issus de caprifiguiers du voisinage ou apportés avec des caprifigues cueillies à un moment déterminé, viennent, en fréquentant les réceptacles femelles, apporter du pollen.

Dans ses détails le phénomène est d'ailleurs fort compliqué; ainsi les figuiers présentent plusieurs floraisons annuelles toutes à fleurs différentes; les Blastophagues ne vivent que dans certaines fleurs femelles modifiées et appelées fleurs-galles; ils ne se maintiennent pas sur les figuiers cultivés, leur rôle à l'égard de ceux-ci se bornant à un apport de pollen utile à la plante mais funeste à l'insecte.

Grandi, étudiant les fleurs-galles, reconnut que leur développement était en relation avec une émission faite par les *Blastophaga* au moment de la ponte d'un liquide irritant pour les tissus végétaux et déterminent leur prolifération rapide suivant un phénomène comparable à celui amenant le développement des galles des feuilles ou des tiges sous l'action des piqûres de Cynipides, de certains Pucerons, etc...

Réunissant des matériaux du monde entier, Grandi vit aussi combien le phénomène de liaison de la fécondation des figues avec les insectes était général, bien qu'une curieuse graduation dans le degré de spécialisation à la vie sur les figues et la fécondation des fleurs existe.

En un premier groupe, se placent en effet les insectes à courte tarière qui pondent dans les parois des outres florigères directement de l'extérieur et en sortent par trous individuels.

Un second groupe réunit des espèces qui pour pondre pénètrent dans l'outre florigère afin d'atteindre plus directement les fleurs galles, mais qui éclosant à l'intérieur de ces outres, en sortent par un orifice commun percé en un point quelconque de la paroi.

Enfin un troisième groupe comprend les espèces qui comme les *Blastophaga*, pondent et éclosent à l'intérieur des outres florigères mais en sortent par l'orifice naturel c'est-à-dire en passant devant les fleurs mâles.

Parmi toutes les espèces pouvant vivre dans les fleurs-galles, seules celles du dernier groupe sont capables d'assurer la fécondation croisée des fruits.

Parallèlement à cette série phytophage se place une série parasite.

Certains parasites, à longue tarière, pondent de l'extérieur des outres florigères. D'autres à tarières plus courtes pénètrent dans les outres ou y éclosent, et pour s'en échapper soit percent un orifice spécial, soit utilisent l'ouverture naturelle de la figue.

Conclusion curieuse : tous les insectes déterminant les fleurs-galles n'ont pas forcément un rôle utile dans la fécondation des fleurs, et le transport de pollen lorsqu'il n'est pas réalisé directement par ces espèces peut l'être par certains de leurs parasites qui, pour les atteindre, passent devant les fleurs mâles (dernier groupe de

Digitized by Google

parasites) se montrent ainsi utiles à la plante d'une façon bien inattendue.

Grandi releva en même temps sur les espèces spécialisées à la vie dans les figues, tant phytophages que parasites, des modifications anatomiques d'une remarquable convergence bien que présentant tout une gamme de degrés de réalisation. Les modifications les plus caractéristiques portent sur la régression des appendices (antennes, pattes et ailes) en dimensions, quantité ou nombre de segments; l'allongement de l'abdomen chez les mâles; la régression des yeux allant même jusqu'à la disparition; parfois l'exagération de la tête et de certaines pièces buccales; le dimorphisme très prononcé entre les mâles et les femelles et parfois de très grandes variations individuelles pour les premiers; la déchitinisation du corps, poussée même jusqu'à la séparation de la tête en deux parties articulées... etc.

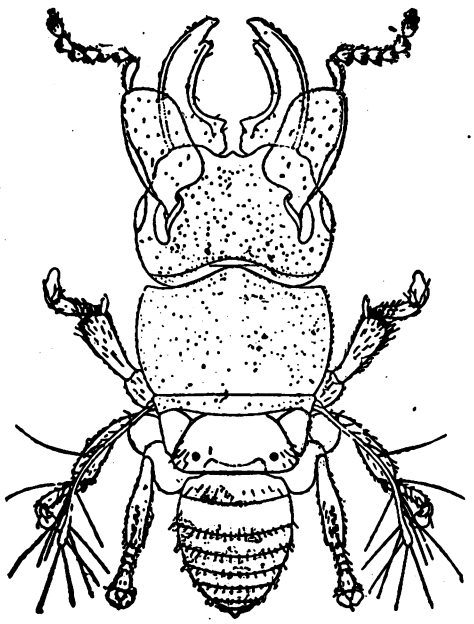


Fig. 314. — Mâle de *Sycobiella monstruosa* Grandi. Remarquer l'hypertrophie de la tête et du premier segment thoracique, et la réduction des ailes à l état de fines languettes.

Selon Grandi, on ne peut dire que ces variations constituent des « adaptations » à une vie particulière, ici l'évolution dans les figues, toutes n'étant pas utiles, au sens strict du mot, c'est-à-dire propres à favoriser le maintien et la pullulation des espèces en cause. Elles semblent plutôt en corrélation avec une action du milieu : atmosphère confinée et très humide; nourriture abondante.

A leur sujet un parallélisme s'impose : d'une part avec les dégradations anatomiques profondes observées chez beaucoup d'êtres spécialisés à une vie parasitaire étroite (régression des appendices, dimorphisme sexuel...), et d'autre part avec celles reconnues chez les insectes cavernicoles (déchitinisation, atrophie alaire et oculaire...). La vie dans les figues réunirait ainsi pour les insectes à la fois les actions, soit sélectives, soit modificatives, des deux conditions d'existence : parasitisme et vie cavernicole.

B. Trouvelot.

Economie politique

L'importation des fruits en Angleterre. — Le 9 juin a été publié le troisième rapport du « Comité économique impérial », qui a été nommé par les divers gouvernements de l'empire britannique « pour considérer la possibilité d'améliorer les méthodes de préparation et de mise en vente des divers produits des contrées d'outre-mer faisant partie de l'empire, en vue d'accroître la consommation de ces produits dans le Royaume-Uni, de préférence aux importations provenant de pays étrangers, et de favoriser les intérêts à la fois des producteurs et des consommateurs ». Ce troisième rapport traite des fruits. Après avoir exposé en détail la situation actuelle, il examine trois politiques possibles. Il rejette le système de l'embargo sur les importations des pays étrangers et des licences ainsi que le système d'une législation douanière préférentielle. Il déclare que la seule politique qui puisse être pratiquée pour le moment, c'est de développer le goût du consommateur pour les fruits provenant de contrées appartenant à l'empire. (*L'Echo comm. et indust. de France et des Colonies.*)

« En 1924, déclare le rapport, la valeur des importations totales de fruits dans le Royaume-Uni s'élevait à 48.300.000 livres sterling, mais on en réexportait pour 3.500.000 livres. Sur ces 48.300.000 livres, 38.500.000 étaient payés à des pays ne faisant pas partie de l'empire. 11.000.000 de livres allaient aux Etats-Unis, près de 7.000.000 à l'Espagne, 3.000.000 à la Grèce, autant à l'Amérique centrale. Parmi les Etats relevant de l'empire britannique, l'Australie recevait 3.000.000 de livres, le Canada, 2.000.000, l'Afrique du Sud 1.000.000, les Antilles 700.000 et la Nouvelle-Zélande 168.000. »

Il convient de noter qu'au cours des vingt dernières années les importations de fruits ont trois fois plus augmenté que celles des céréales panifiables et deux fois plus que celles de la viande! et cependant la consommation de fruits par tête d'habitant reste bien inférieure à celle des Etats-Unis. Le comité estime que la plus grande partie des besoins du Royaume-Uni pourrait être couverte par l'empire britannique.

Les fruits frais consommés surtout en Grande-Bretagne sont les pommes, les bananes, les oranges. La consommation par tête d'habitant a atteint 100 pommes, 70 oranges, 30 bananes. Sur les 100 pommes, 38 étaient fournies par les Etats-Unis, 25 par le Royaume-Uni lui-même, 19 importées du Canada, et 8 d'Australie et de Nouvelle-Zélande. Sur les 70 oranges, 57 étaient fournies par l'Espagne, 7 par la Palestine. Sur les 30 bananes, 18 venaient de l'Amérique centrale, 7 des îles Canaries et 5 de la Jamaïque.

Le rapport affirme que dans chacun des cas considérés un pays étranger se trouve exercer un monopole de fait sur le marché du Royaume-Uni. Sans doute, pour les pommes, les Etats-Unis fournissent-ils seulement 38 % de la consommation anglaise, mais leur influence sur ce marché est hors de proportion avec le pourcentage de leurs importations. Une organisation contrôlée par les Etats-Unis monopolise tous les envois de bananes de l'Amérique centrale et de la Jamaïque. Enfin pour les oranges, c'est l'Espagne qui exerce ce contrôle.

En ce qui concerne les pommes, le marché intérieur des Etats-Unis est parfaitement protégé par son tarif douanier. Aussi la production s'est-elle développée à un tel point qu'un approvisionnement suffisant peut tou-

Digitized by Google

jours être assuré avec les seules ressources indigènes, même dans les années de faible production. Dans les années normales il y a en revanche un surplus disponible ; pour éviter l'encombrement du marché intérieur, tout cet excédent est exporté en masse. Du coup, le marché britannique est désorganisé et le producteur indigène ou canadien est ruiné.

D'autre part, la récolte américaine peut être conservée, comme elle l'a déjà été en 1924, à l'aide du froid artificiel, de façon à lutter au printemps suivant avec les pommes de l'hémisphère sud. Cette concurrence avait à ce moment-là complètement découragé les producteurs australiens et néo-zélandais. Il est certain cependant que les fruits des Dominions méridionaux, si l'on ne tient pas compte de cette concurrence, arrivent au Royaume-Uni à un moment où le marché intérieur est relativement privé d'autres fournitures ? Quant aux fruits secs ils sont exposés à la concurrence des pays méditerranéens.

Du point de vue du comité, les conditions qui régissent actuellement les achats de fruits aux Etats-Unis par la Grande-Bretagne sont désavantageuses aussi bien pour le consommateur que pour le producteur anglais ou des Dominions. La dernière personne qui bénéficie des variations de prix, c'est bien le consommateur. Un marché ferme et qui se développe stimule la production et c'est seulement par là que le consommateur peut espérer obtenir un approvisionnement abondant et à bas prix. D'autre part, les achats de fruits effectués aux Etats-Unis impliquent une demande supplémentaire de dollars qui pèse lourdement dans la balance britannique des paiements.

Le comité a envisagé les divers moyens de protéger et de développer la production des fruits à l'intérieur de l'empire britannique. Le système de l'embargo ne peut être adopté ; il est interdit par le traité commercial anglo-germain et la clause de la nation la plus favorisée, qui figure dans beaucoup d'autres conventions, confère ce privilège à d'autres pays. Quant à une politique douanière préférentielle, il fut entendu à la conférence impériale de 1923 que ce problème ne serait pas du domaine du comité économique impérial. Dans de telles conditions, la seule politique qui semble possible pour le moment au comité consiste à développer la préférence individuelle du consommateur britannique.

En ce qui concerne l'organisation des producteurs, il est évident qu'il y a une différence essentielle entre l'organisation des producteurs aux Etats-Unis, où les exportations ont une valeur purement accidentelle et celle qui existe dans les Dominions britanniques, pour lesquels l'exportation vers de lointains marchés est une nécessité vitale. Cette différence donne une grande importance à la représentation en Grande-Bretagne même des organisations de producteurs faisant partie de l'empire. Il est clair que le producteur d'outre-mer est inapte à gérer lui-même de la meilleure façon ses intérêts sur un marché aussi lointain et qu'il a besoin d'un représentant.

Avec le système actuel ou plutôt le manque de système (la formule est du comité), le bénéfice des intermédiaires au sein même du Royaume-Uni égale le prix de revient, les frais de transport, de manutention et le bénéfice du premier commissionnaire.

C'est à l' « Empire Marketing Board », sorte de comité exécutif nouvellement créé, que le comité s'en remettrait du soin d'exécuter son programme. Campagne de publicité, organisation d'un service de renseignements, recherches scientifiques, etc., seraient du ressort du « Marketing Board ».

Il était intéressant d'insister quelque peu sur cette question. Il s'y révèle une tendance à faire de l'empire britannique une sorte de monde économique fermé, isolé des autres Etats européens, et s'opposant à un autre grand empire économique, celui des Etats-Unis. La tendance d'ailleurs n'est pas nouvelle : le parti conservateur l'a ouvertement revendiquée. S. R.

Statistique

Les exportations de la Tunisie. — L'accroissement de ces exportations est un fait singulièrement suggestif, qui démontre la prospérité de la Régence.

Riche en mines, la Tunisie a exporté en 1924 pour 40 millions de minerai de fer contre 23 en 1923, pour 22 millions de minerai de plomb contre 5 en 1923, pour 8 millions de minerai de zinc contre 2 et demi en 1923.

On a exporté de Tunisie pour 143 millions de phosphates contre 135 en 1923.

Les autres produits qui ont donné lieu aux plus notables augmentations sont :

	en 1924	en 1923
Sel	3.500.000 fr.	800.000 fr.
Dattes	9.900.000 —	6.500.000 —
Éponges	5.600.000 —	3.500.000 —
Alfa	12.500.000 —	6.800.000 —
Liège	4.200.000 —	2.200.000 —
Vins	31.500.000 —	26.500.000 —
Mistelles	460.000 —	300.000 —
Savons	4.300.000 —	2.900.000 —
Tapis	2.100.000 —	1.300.000 —

Une importante diminution est à remarquer sur le froment : 26 millions exportés en 1924 contre 65 en 1923, sur l'orge 36 millions contre 54 et demi en 1923, sur les fèves, sur la farine de froment.

Les exportations à destination de la France sont, du fait de la diminution du blé, en décroissance notable sur 1923. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Cinématographie

La cinématographie directe — La cinématographie est devenue une industrie considérable. Depuis la fabrication du film vierge jusqu'à l'exploitation proprement dite du film portant des images, dont la succession constitue l'action, tout est industrie : nous en connaissons les grandes lignes, fabrication du film, prise de vue, c'est-à-dire enregistrement par la pellicule des scènes tournées, développement du négatif, montage de ce négatif, tirage de multiples copies, vente des copies et exploitation du film, c'est-à-dire, projection dans les salles où le public est admis moyennant un prix d'entrée, stade ultime de la cinématographie dont les recettes doivent amortir toutes les dépenses.

Ceci c'est le cinéma industriel. C'est celui dont le rouage mis en mouvement par de perpétuelles et colossales mises de fonds représente pour certains la vraie Roue de la Fortune.

Digitized by Google

Mais à côté de la cinématographie industrielle, celle que le public connaît par la fréquentation des spectacles ou pour s'être par hasard trouvé sur le champ d'action d'une mise en scène, à côté de cette cinématographie publique, il en existe une autre, modeste, disons privée, qui s'adresse aux particuliers. Celle-ci se présente, on le conçoit, sous un jour différent. En effet, si les opérations de mise en scène, de prise de vue, de développement et de tirage trouvent dans l'exploitation plus qu'un amortissement elles grèveraient par contre le film d'amateur au point d'en rendre le prix prohibitif.

Pour ce cinéma, la solution est la cinématographie directe. Le film tourné dans l'appareil de prise de vue, traité convenablement sera celui qu'on projettera. On a recours à un mode opératoire spécial : développement du film donnant une image négative, dissolution de l'argent de cette image, noircissement du bromure d'argent restant, c'est-à-dire obtention d'une image positive.

La cinématographie directe, pour procurer des résultats satisfaisants avec le simple mode opératoire ci-dessus, posait un certain nombre de problèmes techniques :

Appelons dm la densité minimum du négatif; dM la densité maximum du négatif; Dm la densité minimum du Positif; DM la densité maximum du Positif.

Pour qu'une image positive soit convenable, il faut que Dm = o (nous ne tiendrons pas compte ici de la densité représentée par l'opacité du support) et DM = 2 à 3.

Une telle image peut être obtenue d'après un négatif dont dm peut ne pas être égal à zéro.

A dM correspondra Dm et le positif obtenu sera satisfaisant pourvu que :

1° Dm = o et ceci peut toujours être obtenu;

2° DM = 2 à 3. Même si l'écart entre dm et dM d'un négatif est faible, par un tirage et un développement approprié, on pourra toujours obtenir sur le positif une différence de densité plus forte.

Dans le cas du positif direct, c'est dM qui, après dissolution de l'argent de l'image deviendra Dm du positif. Pour que le positif soit convenable, c'est-à-dire pour que Dm puisse être = o, il faudra non seulement que tout l'argent de DM soit dissous à l'inversion, mais encore qu'il ne reste plus aucun bromure d'argent dans la couche susceptible de donner au noircissement un dm = o.

Il faut donc qu'au premier développement la réduction du bromure d'argent soit complète à l'endroit le plus impressionné.

Maintenant comme l'image finale sera positive, il faudra qu'après dissolution de l'argent en dm il reste en ce point assez de bromure pour donner un DM = à 2 ou 3, c'est-à-dire il faudra que dm soit assez peu développé (pureté, absence de voile chimique).

D'autre part, il subsistera obligatoirement entre DM et Dm la même différence qu'entre dm et DM.

Le film direct doit donc :

1° Tout en possédant la sensibilité d'une émulsion négative présenter le degré de contraste normal d'une émulsion positive, (il importe que ce degré de contraste soit conservé par une exposition exacte);

2° Présenter une réduction complète de la couche par le développement à la densité maxima.

Le film direct doit donc être constitué par une émulsion négative très contrastée, d'une grande pureté, et son développement doit être effectué par un révélateur travaillant en profondeur sans voiler chimiquement la surface.

Une solution élégante de cinématographie directe a été apportée par le film Inversible Pathé et son mode opératoire:

La particularité du premier développement à base de paraphénylène diamine en solution de soude caustique, est de développer simultanement lés deux faces de la couche sensible, caractéristique du développement en profondeur, seul moyen d'obtenir dans l'épaisseur de la couche la réduction totale du bromure d'argent impressionné.

La dissolution de l'argent de l'image négative s'effectue comme pour les autochromes avec le permanganate de potasse en solution acide. Le noircissement du bromure d'argent restant peut être obtenu en général, par le développateur habituel, mais il faut noter l'emploi recommandé de l'hydrosulfite de soude, puissant agent de réduction.

Que peut rendre la cinématographie directe? Il est évident que cette dernière, plus que la cinématographie par tirage, est tributaire de l'exactitude de l'exposition. mais ceci ne veut pas dire tolérance nulle. Si on convient qu'un négatif ordinaire peut rester utilisable malgré des poses dix fois trop fortes ou dix fois trop faibles, la tolérance de la cinématographie directe est représentée par 5 au lieu de 10.

En outre, film inversible et mode opératoire se trouvent étroitement liés.

Ainsi la cinématographie directe par le procédé Pathé repose sur la traversée complète de la couche par le révélateur. Sur ce principe on comprend qu'on puisse en modifiant la durée du développement compenser quelque peu les erreurs d'exposition.

En somme, la cinématographie directe peut être réalisée dès à présent à l'aide d'un mode opératoire simple. Elle porte en elle bien des possibilités d'applications nouvelles. Les appareils rotatifs passant de courts métrages de films en font l'auxiliaire précieux du reportage photographique et de la photographie d'art.

L'image élémentaire d'une prise de vue sur film inversible est, en effet, apte à donner des agrandissements remarquables. Ceci se comprend assez: dans l'agrandissement à partir d'un négatif ordinaire, l'épreuve se trouve limitée par l'agrandissement de la granulation de l'image (on sait que l'émulsion négative donne de gros grains). Dans le film direct, l'image à agrandir se trouve constituée au contraire par les grains les plus fins (les grains les plus gros impressionnés à la prise de vue ont été éliminés par l'inversion au permanganate).

En outre, le choix de l'image à agrandir (dans le cas du reportage comme dans la photographie d'art), peut porter sur un nombre indéfini d'images différentes au lieu de porter obligatoirement sur 3 ou 4 instantanés pris par le reporter ou le photographe. L. Didiée.

Téléphonie

Développement du téléphone en Europe et en Amérique. — Durant l'année 1924, le nombre des téléphones en service en Angleterre a augmenté de 10 %. il est actuellement de 1.264.024, ce qui représente un téléphone par 34 habitants. L'Allemagne a enregistré une augmentation de 6 % dans la même période, ce pays dispose actuellement de 2.385.177 téléphones ou 1 par 28 habitants. La Suède emploie actuellement 418.363 téléphones ou 1 par 14 habitants, tandis que le Danemark

Digitized by Google

en a 303.754 ou 1 par 10 habitants. La Belgique a augmenté son réseau de 22.239 appareils, soit de 18 %. L'augmentation totale de l'Europe pour 1925 sera probablement de 460.000. L'Amérique a actuellement 16 millions 159.550 téléphones installés ou 1 par 6 habitants. La Yellow Cab Company de Newark dans le New Jersey a établi un réseau téléphonique privé, il est desservi par 20 employées qui répondent aux demandes de voitures. La société a également installé des kiosques dans les différentes parties de la ville et l'on peut y commander des voitures sans aucun frais. (*Engineering.*) E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 septembre 1926.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Th. Got.* — **Sur une classe remarquable de surface réglée.**

— *A. Myller* (transm. par M. Paul Appell). — **Courbure normale et torsion géodésique.**

DYNAMIQUE. — *George-D. Birkhoff.* — **Sur la signification des équations canoniques de la dynamique.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *André Meyer* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur le rôle catalytique du mercure dans la sulfonation de l'anthraquinone.**

La sulfonation de l'anthraquinone par l'acide sulfurique où l'oleum seul introduit le groupe SO^3H principalement en position β. Par l'addition d'un sel mercurique comme catalyseur, on oriente la substitution en α. Martinet et Roux ont cherché à expliquer l'influence catalytique du mercure par l'hypothèse que l'introduction du groupe SO^3H aurait lieu dans tous les cas d'abord en position α, puis aussitôt fixé, le groupe subirait une migration d'α en β. De leurs hypothèses ces auteurs ont déduit que l'acide α anthraquinone sulfonique ou ses sels doivent se transposer en dérivés β par simple chauffage avec l'acide sulfurique concentré, et qu'en sulfurant l'anthraquinone elle-même dans les conditions habituelles de préparation de l'acide β, mais en présence de mercure, on doit obtenir l'acide β beaucoup plus rapidement et avec un meilleur rendement. Les expériences effectuées par M. Meyer montrent que les conclusions des deux auteurs ne peuvent être acceptées sans réserves. L. FRANCHET.

PHYSIOLOGIE. — *E. Kohn-Abrest* et *S. Kawakibi* (transm. par M. d'Arsonval). — **Les nitrates dans les tissus animaux et végétaux.**

Les recherches des auteurs démontrent nettement qu'il n'existe pas normalement de nitrates dans les principaux aliments d'origine végétale pris au hasard. Les viandes de boucherie n'en contiennent pas davantage. Seul, le lait renferme des nitrates : 80 milligrammes dans le lait de vache, 145 à 190 milligrammes dans le lait de femme, exprimés en N^2O^5 par litre. La présence, dans le lait de vache, n'est toutefois pas constante.

Les viscères humains ne contiennent pas de nitrates.

Il est vraisemblable que l'organisme humain élabore quotidiennement des doses assez notables de nitrates éliminés complètement soit par les reins, soit chez la nourrice par les glandes mammaires.

Malgré l'emploi d'engrais nitratés, on ne trouve guère de nitrates dans les aliments végétaux, sauf accidentellement dans certaines betteraves fourragères suspectes alors d'être nuisibles. P. GUÉRIN.

Séance du 27 septembre 1926.

HYDRODYNAMIQUE. — *Jacques Chapelon* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Vidage d'un réservoir.**

ÉLECTRICITÉ. — *H. Pécheux* (transm. par M. A. Blondel). — **Recherches sur la constante diélectrique des pétroles.**

La constante diélectrique des pétroles et paraffines est mal connue et l'auteur a entrepris sa détermination en tenant compte de leurs caractéristiques physiques et de la température. Il a employé pour ses mesures le point de Sauty (de Chauvin et Arnoux) ; les branches du pont étaient alimentées par les courants alternatifs secondaires d'une bobine de Ruhmkorff, entretenue au primaire sur 2 volts (élément d'accumulateur) ; l'équilibre entre les capacités opposées et les résistances de réglage était vérifié à l'aide d'un récepteur téléphonique.

Les mesures effectuées ont conduit aux conclusions suivantes : 1° Pour les pétroles liquides, la constante diélectrique croît avec la densité ; le coefficient α (négatif) croît, en valeur absolue, avec la constante diélectrique ;

2° Pour les paraffines dures, la constante K augmente également avec la densité ; mais α décroît en valeur absolue quant K croît ;

3° La paraffine molle donnant un produit plus homogène à la solidification, fournit un pouvoir diélectrique plus élevé, et se rapproche ainsi de l'huile de paraffine dont elle a, d'ailleurs, à peu près la densité ;

4° Le coefficient de température, négatif pour tous les pétroles et paraffines, présente une valeur absolue deux à trois fois plus faible pour les paraffines que pour les pétroles liquides.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Travers* et *Malaprade* (transm. par M. Camille Matignon). — **Sur la constitution des molybdates.**

Cette Note a pour but de montrer que les molybdates acides peuvent s'interpréter comme dérivant de deux ions seulement, l'ion tétramolybdique d'une part $[4MoO^3O]$, l'ion normal d'autre part $[MoO^4]$.

L'auteur a indiqué précédemment que les solutions d'acide molybdique renfermaient des molécules d'un acide condensé $4MoO^3.H^2O$ analogue à l'acide métatungstique. La neutralisation de cet acide conduit au tétramolybdate, $4MoO^3.K^2O$, décomposable à froid par un excès d'alcali. Les molybdates plus acides $\left(\frac{MoO^3}{M^2O} > 4\right)$ n'existent pas en présence de leur solution, on ne peut les isoler qu'à partir d'une eau mère beaucoup plus acide.

Dans la préparation des tétramolybdates, les trimolybdates apparaissent souvent. Les faits observés conduisent à l'hypothèse que l'ion trimolybdique est en équilibre avec les deux ions $[4MoO^3.O]$ et $[MoO^4]$.

Les paramolybdates représentent de véritables individus chimiques dérivant de l'ion $[7MoO^3.3O]$; mais ces ions sont eux-mêmes en équilibre avec les deux ions $[4MoO^3.O]$ et $[MoO^4]$.

Les molybdates neutres dérivent exclusivement de l'ion $[MoO^4]$. La cryoscopie dans l'eau confirme la formule simple MoO^4M^2. L. FRANCHET.

FLORE TROPICALE. — *Henri Jumelle.* — **Les Ravenea, Palmiers de Madagascar.**

L'auteur donne les caractères définitifs du genre *Ravenea* qui comprend actuellement sept espèces. L'une, le *R. glauca*, est nettement distincte de toutes les autres par la forme de ses pétales, allongés et rubanés. C'est l'un des *Ravenea* où le tomentum des feuilles et des spathes est le plus abondant.

Le bois dur et noir de certains *Ravenea* est utilisé par les

Digitized by Google

indigènes ; c'est le cas, tout particulièrement, pour le *R. madagascariensis*, dont le tronc, à la fois dur et flexible, est très employé pour la fabrication de planchettes, de cannes, de manches divers, de bois d'arc. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. E. Leclainche, Ch. Depéret et V. Grignard sont désignés pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument élevé à la mémoire de Chauveau, à l'École nationale vétérinaire de Lyon, le 7 novembre prochain.

Observatoire de Paris. — L'Observatoire astronomique de Paris et l'Observatoire d'astronomie physique de Paris, sis à Meudon, sont réunis en un établissement unique qui prendra le nom d' « Observatoire de Paris ».

Les emplois suivants sont supprimés par voie d'extinction : Un directeur, un secrétaire bibliothécaire, un astronome adjoint, un aide astronome. *(J. O.)*

Manufactures Nationales. — Les Manufactures Nationales de Porcelaines de Sèvres, de Tapisserie des Gobelins, de Tapisserie de Beauvais, sont investies de la personnalité civile et pourvues de l'autonomie financière. *(J. O.)*

Office National des Recherches Scientifiques. — Il est institué à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des inventions, une Commission technique spéciale pour l'organisation de la mobilisation scientifique.

Cette Commission est ainsi somposée :

Président : M. le Directeur de l'Office national.

Membres : MM. le Directeur adjoint de l'Office ; le Chef des Services techniques de l'Office ; le Secrétaire général et le Secrétaire général adjoint de la Commission supérieure des inventions ; Lecouturier, chef du premier bureau de l'Enseignement supérieur, représentant du département de l'Instruction publique ; le Commandant Hennequin, du secrétariat du Conseil de la défense nationale ; le Lieutenant-colonel Bloch, de l'État-major général de l'armée ; le Commandant Allegret, de l'État-major de l'armée ; l'Intendant Pineau, Directeur de l'Office des combustibles liquides. *(J. O.)*

Enseignement technique. — Sont rattachés à la Direction de l'Enseignement technique les établissements suivants :

École de céramique de la Manufacture nationale de Sèvres.

École nationale des arts et industries textiles de Roubaix.

X^e^ Congrès international de Zoologie. — Le IX^e^ Congrès International de Zoologie, tenu à Monaco en mars 1913, a décidé que sa dixième session aurait lieu à Budapest, en 1916, sous la Présidence du Professeur Horwâth. La guerre ayant rendu impossible de respecter ce terme fixé pour 1916, on a dû remettre la convocation du X^e^ Congrès à une date ultérieure.

En conséquence, le Congrès se réunira du 4 au 9 septembre 1927 à Budapest. Tous les zoologistes et amis de la Zoologie sont invités à prendre part au X^e^ Congrès International. Le programme détaillé sera publié dans le courant de cette année. L. F.

Vie scientifique universitaire

Facultés des Sciences. — Le nombre des assistants des Facultés des Sciences est fixé ainsi qu'il suit :

Cadre de la Faculié des Sciences de i'Université de Paris, 55.

Cadre de la Faculté des Sciences des Universités des départements, 99.

Le nombre actuel des assistants sera ramené au nombre fixé de la manière suivante : lorsqu'un de ces emplois deviendra vacant, toutes les fois qu'il sera possible, il sera supprimé et le service pourra être confié à des préparateurs temporaires conformément aux dispositions ci-après :

Indépendamment des cadres fixés au paragraphe précédent, il sera employé, à titre temporaire, suivant les besoins du service et dans la limite des crédits afférents à ces dépenses, des préparateurs.

La délégation dans ces emplois sera faite pour une durée de trois ans. Cette délégation pourra être renouvelée pour une période de même durée. Les préparateurs ayant le titre de docteur pourront être maintenus pendant une nouvelle période de trois ans.

Le temps passé comme préparateur est admissible pour la constitution du droit à pension et la liquidation de la pension.

Ce temps comptera également pour l'avancement dans les cadres des Facultés des Sciences, à raison de la moitié pour les préparateurs licenciés et de la totallité pour les préparateurs docteurs.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques du premier semestre de l'année scolaire 1926-1927 s'ouvriront à la Sorbonne, le 3 novembre 1926. Les Cours et Conférences auront lieu dans l'ordre suivant :

GÉOMÉTRIE SUPÉRIEURE. — M. Cartan, Professeur. — Étude des espaces de Riemann. *Jeudis à* 10 *h.* 1/2 *et samedis à* 10 *h.* 1/4. (Amphithéâtre Le Verrier.)

M. Thybaut, Chargé de Conférences, dirigera les travaux pratiques. *Jeudis, à* 14 *heures.* (Laboratoire de Géométrie supérieure.)

CALCUL DIFFÉRENTIEL ET CALCUL INTÉGRAL. — M. Goursat, Professeur. — Opérations du calcul différentiel et du calcul intégral et des éléments de la théorie des fonctions analytiques. *Lundis et jeudis, à* 9 *heures.* (Amphithéâtre Cauchy.)

M. Denjoy, Professeur. — Conférences de calcul différentiel et de calcul intégral. *Vendredis, à* 15 *h.* 1/2. (Amphithéâtre Milne-Edwards.)

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — M. Paul Montel, Professeur. — Dynamique et Statique. *Mardis et samedis, à* 9 *heures.* (Amphithéâtre Cauchy.)

M. Julia, Professeur. — Cinématique. *Lundis, à* 14 *heures.* (Amphithéâtre Cauchy.)

M. E. Cahen, Chargé de Conférences. — Conférences de Mécanique rationnelle. *Vendredis, à* 9 *heures.* (Amphithéâtre Milne-Edwards.)

APPLICATION DE L'ANALYSE A LA GÉOMÉTRIE. — M. Julia, Professeur. — Applications géométriques du calcul différentiel (en vue du Certificat de calcul différentiel et calcul intégral). *Mardis, à* 14 *heures.* (Amphithéâtre Milne-Edwards.)

THÉORIE DES GROUPES ET CALCUL DES VARIATIONS. — M. Vessiot, Professeur. — Invariants différentiels. *Mercredis, à* 17 *heures.* (Amphithéâtre Le Verrier.)

MATHÉMATIQUES GÉNÉRALES PRÉPARATOIRES AUX SCIENCES PHYSIQUES. — M. Jean Chazy, Chargé de Cours. — Première partie du Cours de Mathématiques générales. *Mardis et jeudis,* à 7 *h.* 1/2 (1, rue Pierre-Curie).

M. Le Roy, Chargé de Conférences. — Conférences sur la Mécanique. *Mercredis, à* 17 *h.* 1/2. (1, rue Pierre-Curie.)

MM. E. Cahen et Michel, Chargés de Conférences. — Tra-

Digitized by Google

vaux pratiques. *Lundis, à* 17 *h.* 1/2. (Amphithéâtre Milne-Edwards.)

Calcul des probabilités et Physique mathématique. — M. Émile Borel, Professeur. — Théorie des probabilités. *Mardis et vendredis, à* 11 *heures.* (Amphithéâtre Le Verrier.)

Mécanique physique et expérimentale. — M. Kœnigs, Professeur. — Principes généraux de la Mécanique appliquée et des Moteurs, soit hydrauliques, soit thermiques. *Mardis et jeudis, à* 16 *heures.* (96, boulevard Raspail.)

Les Travaux pratiques auront lieu sous la direction de M. le Professeur Kœnigs, pour tous les élèves, les *lundis* et *jeudis, de* 8 *h.* 1/2 *à* 12 *heures.*

M. Villey, Chargé de Conférences. — Conférences de Mécanique physique et expérimentale. *Lundis et mercredis, à* 17 *h.* 1/4. (96, boulevard Raspail.)

Astronomie. — M. Andoyer, Professeur. — Ensemble des matières comprises dans le programme du Certificat d'Études supérieures d'Astronomie approfondie. *Lundis et mercredis, à* 10 *h.* 1/2. (Amphithéâtre Le Verrier.)

M. A. Lambert, Chargé de Conférences. — Conférences d'Astronomie pratique. *Mardis, à* 15 *heures.* — Exercices pratiques. *Lundis et mercredis, à* 9 *heures.* (Amphithéâtre Chasles.)

Aviation. — M, Marchis, Professeur. — Aérodynamique (préparation au certificat de Technique aéronautique. *Mardis et jeudis, à* 7 *h.* 1/2. (Amphithéâtre de Géologie.)

M. Toussaint, Chargé de Conférences. — Méthodes de mesures en aérodynamique. *Samedis, à* 7 *h.* 1/2. (Amphithéâtre de Géologie.)

Chaire de Mécanique des fluides et applications. — M. N., Chargé de Cours. — De la résistance générale des fluides.

M, Toussaint, Chargé de Conférences et de Travaux pratiques. — Lois expérimentales de la résistance de l'air. *Mercredis, à* 17 *h.* 30.

Des Conférences, annoncées par des affiches spéciales, seront faites par des savants spécialisés sur diverses questions concernant l'Aérodynamique et l'Hydrodynamique théoriques et appliquées.

Physique. — M. Fabry, Professeur. — Optique. *Mardis et vendredis, à* 10 *h.* 3/4. (Amphithéâtre de Physique.)

M. N... traitera de la Thermodynamique les *mercredis, à* 14 *heures.* (Amphithéâtre de Physique.) Il fera, en outre, des interrogations et des exercices sur le sujet du Cours.

M. A. Guillet, Professeur. — Mécanique vibratoire et instruments de mesure. *Lundis et jeudis, à* 14 *h.* 1/2. Exercices et interrogations en correspondance avec les Cours préparatoires au Certificat.

M. Décombe, Maître de Conférences adjoint. — Manipulations de Physique *tous les jours,* au Laboratoire d'Enseignement, *de* 8 *h.* 1/2 *à* 11 *h.* 1/2.

Physique théorique et Physique céleste. — M. N..., Professeur.

Électrotechnique générale. — M. P. Janet, Professeur. — Révision des lois générales de l'Électricité, des machines à courant continu et des propriétés générales des courants alternatifs. *Mardis, jeudis et samedis, à* 9 *h.* 3/4. (Le cours aura lieu à l'Amphithéâtre de l'Institut Pasteur, et les Travaux pratiques à l'École supérieure d'électricité, 14, rue de Staël.)

Optique appliquée. — M. Fabry, Professeur. — Introduction à l'étude de l'Optique appliquée. *Lundis et mercredis, à* 10 *h.* 3/4. (140, boulevard Montparnasse.)

M. Dunoyer, Maître de Conférences. — Instruments d'optique. *Lundis et jeudis, à* 9 *h.* 1/4.

M. Chrétien, Chef des Travaux. — Exercices sur le calcul des combinaisons optiques. *Mardis et samedis, à* 9 *heures.* — Travaux pratiques. *Mercredis, à* 8 *heures et vendredis, à* 16 *heures.*

Physique du Globe. — M. Maurain, Professeur. — Propriétés physiques du Globe. *Lundis, à* 9 *heures et vendredis, à* 10 *h.* 1/2. (191, rue Saint-Jacques.)

M. Dongier, Professeur. — Propriétés physiques de l'atmosphère ; précipitations de la chaleur solaire et des phénomènes optiques. *Lundis, à* 10 *h.* 1/2. (191, rue Saint-Jacques.) — Climatologie ; méthodes d'observations et résultats généraux. *Samedis, à* 10 *h.* 1/2. (Laboratoire de Géographie Physique.)

M. Labrouste, Physicien adjoint. — Travaux pratiques. *Jeudis, de* 9 *heures à* 12 *heures.* (191, rue Saint-Jacques.)

Physique générale et Radioactivité. — M. P. Curie, Professeur. — Ions, Électrons, Radioactivité. *Lundis et mercredis, à* 17 *heures.* (Rue Pierre-Curie.)

M. Debierne, Maître de Conférences. — Conférences sur l'Énergétique et ses applications aux phénomènes physico-chimiques. *Jeudis, à* 14 *heures.*

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur. — Structure de la matière. Mécanique chimique. Radiochimie. Structure interne des atomes. *Jeudis et vendredis, à* 17 *h.* 1/2. (1, rue Pierre-Curie.)

M. Mouton, Maître de Conférences. — Conférences sur des questions de Chimie physique ayant des applications en Biologie. *Mardis, à* 17 *h.* 1/2. (Salle des Conférences de Chimie.)

Chimie. — M. Guichard, Professeur. — Études des Mémoires originaux de Chimie générale. *Mercredis et vendredis, à* 10 *h.* 1/2. (Amphithéâtre de Chimie.)

Mme Ramart-Lucas, Maître de Conférences. — Généralités. Série acyclique. *Lundis et jeudis, à* 10 *h.* 1/2.

M. Urbain, Professeur. — Notions fondamentales. Thermodynamique chimique. Théories atomiques. *Samedis, à* 14 *heures.* — Métaux de la famille du Fer. *Mardis, à* 14 *heures.* (Certificat de Chimie générale.)

M. Auger, Professeur. — Conférences de Chimie analytique. *Lundis et jeudis,* à 9 *heures.*

M. Gain, Maître de Conférences adjoint. — Manipulations de Chimie générale. *Jeudis, de* 16 *h.* 1/2 *à* 18 *h.* 1/2 *et vendredis, de* 13 *h.* 1/2 *à* 17 *heures.* (12, rue Cuvier.)

Chimie biologique. — M. Javillier, Maître de Conférences. — Conférences sur la composition chimique des organismes. (Certificat d'études supérieures de Chimie biologique. *Mercredis, à* 14 *heures et samedis, à* 17 *heures* (28, rue Dutot).

Chimie appliquée. — M. C. Chabrié, Professeur. — Notions générales sur les appareils employés dans les industries chimiques. — Études des combustibles et du chauffage industriel. — Sels ammoniacaux. Synthèse du gaz ammoniac. *Mardis, à* 9 *heures* (rue Pierre-Curie).

M. Boulanger, Chef des Travaux. — Manipulations. *Lundis et jeudis, à* 13 *h.* 1/2 *et mardis et mercredis, à* 14 *heures.*

Études des combustibles. — M. Mailhe, Professeur. — Consulter les affiches spéciales.

Minéralogie. — M. Mauguin, Professeur. — Cristallographie et espèces minérales. *Mercredis et samedis, à* 8 *h.* 3/4 (Amphithéâtre de Minéralogie).

Travaux pratiques, *les mêmes jours, de* 9 *h.* 3/4 *à* 12 *heures.*

Zoologie. — M. Ch. Pérez, Professeur. — Tuniciers et Amphioxus. *Lundis et mardis, à* 9 *h.* 3/4. (Amphithéâtre Milne-Edwards).

M. Hérouard, Professeur. — Morphologie des Vers. Cœlentérés. Vermidiens. *Mardis et jeudis, à* 15 *h.* 1/2.

Mlle L. Dehorne, Chef des Travaux. — Manipulations de Zoologie. *Jeudis, à* 9 *heures.*

Anatomie et Histologie comparée. — M. Wintrebert, Professeur. — Conférences et manipulations de Technique

Digitized by Google

histologique. *Lundis, mercredis et vendredis, de 9 heures à 12 heures. — Exercices quotidiens, de 9 heures à 12 heures et de 14 heures à 18 heures.*

Évolution des Etres organisés. — M. Caullery, Professeur. — Embryologie expérimentale et analyse des facteurs de l'ontogénèse. Phénomènes initiaux du développement (génèse des Gamètes, fécondation, parthogénèse, etc.). *Mercredis, à 14 heures et samedis, à 10 h. 1/4* (105, boulevard Raspail).

M. F. Picard, Maître de Conférences. — Conférences sur diverses questions du programme du certificat de Biologie générale. *Lundis, à 17 heures et mardis, à 16 heures.* — Travaux pratiques du Certificat de Biologie générale. *Lundis, de 13 h. 1/2 à 17 heures.*

Biologie expérimentale. — M. Et. Rabaud, Professeur. — Travaux pratiques préparatoires au Certificat d'Embryologie générale. *Samedis, à 14 heures* (Laboratoire de Biologie expérimentale).

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur. — La contractilité. *Mercredis et vendredis, à 17 heures.*

Physiologie comparée. — M. Portier, Professeur. — Le Professeur dirigera les Conférences préparatoires au Certificat de Physiologie générale. *Mardis, à 17 heures et samedis, à 15 h. 1/2.*

Botanique. — M. Dangeard, Professeur. — Végétaux cryptogames. *Mardis, à 14 heures et vendredis, à 15 h. 1/2* (Amphithéâtre Cauchy).

M. Blaringhem, Professeur. — Caractères des monocotylédones (Morphologie, anatomie, biologie florale) ; adaptations au milieu. *Mercredis, à 15 h. 1/2 et jeudis, à 17 heures* (Amphithéâtre Milne-Edwards).

M. Combes, Maître de Conférences. — Tissus végétaux, leurs constituants chimiques et leurs applications chez les espèces coloniales. *Lundis, à 17 heures et vendredis, à 10 h. 1/2* (Amphithéâtre Cauchy).

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint. — Manipulations. *Lundis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2 et mardis, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2.*

Physiologie végétale. — Travaux pratiques. *Mercredis, à 8 h. 1/2 et jeudis, à 13 h. 1/2.*

Géologie. — M. Haug, Professeur. — Le milieu marin et les phénomènes de sédimentation. — Terrains secondaires. *Vendredis et samedis, à 14 h. 1/4.*

M. Joleaud, Maître de Conférences. — Conférences de Paléontologie (Invertébrés). *Mercredis et jeudis, à 11 heures* (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Michel-Lévy, Professeur. — Conférences de Pétrographie. *Lundis et mardis, à 11 heures.*

M. A. Lanquine, Chef des Travaux. — Travaux pratiques de Géologie. *Mardis, mercredis et jeudis, de 9 heures à 11 heures.*

Géologie appliquée et Géologie régionale. — M. Léon Bertrand, Professeur. — Gîtes métallifères et diverses questions de Géologie appliquée. *Vendredis, à 17 heures.* — Les grandes régions géologiques de la France. *Mercredis, à 17 heures* (191, rue Saint-Jacques).

Géographie physique. — M. N..., Professeur.

M. Léon Lutaud, Chargé de Cours. — Questions générales de morphogénie. Études régionales. *Lundis et jeudis, à 14 h. 1/2.* Conférences relatives aux influences lithologiques dans le modelé. *Jeudis, à 16 heures.*

M. Dongier, Professeur. — Conférences de Climatologie (méthodes d'observations et résultats généraux). *Samedis, à 10 h. 1/2* (Laboratoire de Géographie physique).

M. Jacques Bourcart, faisant fonctions de Chef de Travaux. — Travaux pratiques. *Lundis, à 16 heures.* — Conférences de Topographie et Topologie. *Mercredis, à 14 h. 1/2.*

Institut de Paléontologie humaine. — Les cours s'ouvriront dans l'ordre suivant (1, rue René-Panhard, Paris, 5e) :

Anthropologie préhistorique. — M. Verneau, Professeur. — Fin de l'Étude des Races de la fin du Quaternaire moyen et Étude des Races du Quaternaire supérieur.

Le cours commencera le lundi 23 octobre, à 15 heures et continuera les mardis et samedis suivants à la même heure.

Ethnographie préhistorique. — M. H. Breuil, Professeur. — Les lundis, à 17 heures : Le Paléolithique hors d'Europe et les peuples sauvages restés au stade paléolithique.

Les vendredis, à 17 heures : L'Art paléolithique supérieur, mobilier et pariétal.

Nous rappelons qu'il n'est pas délivré de cartes pour l'admission aux Cours qui sont publics et gratuits.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'Intelligence, par B. Bourdon, professeur à l'Université de Rennes. In-8° de 387 pages (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

L'auteur résume les principaux résultats acquis à l'heure actuelle dans l'étude de l'intelligence, et son livre peut être considéré comme un traité élémentaire des phénomènes intellectuels. Dans les premiers chapitres, il définit et décrit les phénomènes élémentaires : mémoire immédiate, sensations réviviscentes, représentations proprement dites, sentiments intellectuels, attitudes mentales. Il considère l'association, dont il expose une conception différente de celle qui est d'ordinaire admise, la comparaison, les degrés de la conscience, la perception, les connaissances, les souvenirs, les prévisions, l'imagination, le raisonnement, la pensée verbale, les aptitudes, l'étude expérimentale de l'intelligence, le travail et la fatigue intellectuelle, les illusions et les hallucinations, les synesthésies, les anomalies et les troubles de l'intelligence. Un dernier chapitre est consacré aux conditions cérébrales des phénomènes intellectuels. L'auteur s'applique, dans tout son ouvrage, à présenter un exposé exact des faits et à éviter les discussions scolastiques et les distinctions purement verbales auxquelles donne lieu facilement l'étude des phénomènes de l'intelligence. L. Fr.

Le bon emploi des engrais, par J. Courtehoux et A. Vauchelet. In-16 de 64 pages. Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

Petit opuscule très sommaire, qui rappelle sous une forme simple ce qu'il est nécessaire de savoir pour choisir et appliquer les engrais : notions indispensables sur la nourriture des plantes, les divers engrais le choix des fumures à composer pour en obtenir le meilleur résultat.

Très clair. Excellent pour les écoles des campagnes et les petits cultivateurs. L. R.

Le Gérant : M. Hédan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 21 — 64e ANNÉE — 13 NOVEMBRE 1926

LES SOURCES D'ÉLECTRONS

L'électron est ce constituant universel de la matière qui est apparu pour la première fois à l'état libre dans les rayons cathodiques produits par la décharge électrique dans les gaz raréfiés. Depuis l'époque des premières recherches de Hittorf (1869) et de Crookes (1879), l'électron a manifesté sa présence dans un grand nombre de phénomènes. Il s'en produit constamment autour de nous, sous les influences les plus diverses.

Je me propose, dans cet article, de passer rapidement en revue les principaux phénomènes qui donnent lieu à une émission d'électrons.

I. — Choc des ions contre les métaux.

Dans une ampoule où l'on a réalisé un vide de l'ordre du millième de millimètre de mercure, si on établit une différence de potentiel suffisante (50.000 à 100.000 volts, par exemple) entre deux électrodes métalliques, fixées dans les parois de l'ampoule, le champ qui prend naissance entre ces deux électrodes imprime aux ions, toujours présents dans un gaz, une vitesse considérable. Les ions positifs se précipitent sur la cathode. Par un processus encore mal connu, ce bombardement expulse du métal un flux d'électrons qui, sous l'action de la tension appliquée aux bornes du tube, acquièrent une énorme vitesse. La collision de ces électrons rapides avec les molécules gazeuses contenues dans l'ampoule accroît l'ionisation ; le nombre des ions positifs augmente et, par suite aussi, le nombre des électrons émis par la cathode sous l'influence du bombardement par ces ions. Un état de régime s'établit.

Le nombre des électrons cathodiques émis par seconde dépend, principalement, du nombre des ions présents dans l'ampoule, lui-même étroitement lié au nombre des molécules gazeuses, c'est-à-dire au degré de vide. Dans le vide absolu, il n'y a pas de molécules, pas d'ions préexistants à l'établissement d'une tension aux bornes du tube, pas d'ions créés par l'établissement de cette tension, pas de bombardement de la cathode et pas d'émission électronique. Sous une pression trop élevée, les chocs des ions et des molécules gazeuses deviennent très fréquents : le libre parcours moyen des ions entre deux chocs consécutifs et, en particulier, entre le dernier choc avec une molécule gazeuse et la rencontre avec la cathode, est trop petit pour que ces ions aient pu acquérir, sous l'influence du champ électrique réalisé dans l'ampoule, une vitesse considérable ; leur énergie cinétique est trop faible pour qu'ils puissent provoquer une émission notable d'électrons par la cathode. Aussi, est-ce pour des pressions assez étroitement limitées, de l'ordre de grandeur que nous avons indiqué, qu'on obtient un faisceau intense de rayons cathodiques ; l'intensité du faisceau, pour les pressions de l'ordre du millième de millimètre de mercure, augmente avec cette pression.

Le fonctionnement de l'ampoule amène la fixation progressive de l'atmosphère gazeuse sur les parois de verre et l'intensité du rayonnement cathodique diminue. On l'accroît en élevant, par un procédé quelconque, la pression de l'atmosphère gazeuse : il suffit très souvent de chauffer les parois de l'ampoule.

La vitesse des électrons émis dépend unique-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

ment de la tension appliquée aux bornes du tube : le travail Ve, effectué par les forces électriques lorsque l'électron se déplace entre deux points où la différence de potentiel est V, se retrouve, sous forme d'énergie cinétique. Si l'on suppose l'électron expulsé avec une vitesse nulle, la vitesse v qu'il acquiert sous l'influence de la tension V appliquée entre les bornes du tube est fournie par la relation

$$\frac{1}{2} mv^2 = Ve$$

En remplaçant $\frac{e}{m}$ par sa valeur $1{,}77 \times 10^7$, la formule précédente donne :

$$v = 595 \sqrt{V}$$

Voici, calculées d'après la formule précédente, les valeurs de v pour quelques valeurs de la tension V.

V	v
10.000 volts	60.000 km: sec
100.000	195.000
200.000	260.000

Pour les valeurs élevées de la tension, la vitesse de l'électron devient d'un ordre de grandeur comparable à celle de la lumière.

L'émission cathodique est d'autant plus intense, toutes choses égales, que le métal est plus électro-positif. Le dépôt, sur une cathode d'acier, de gouttelettes microscopiques d'un métal alcalin donne lieu à l'émission de faisceaux cathodiques très déliés à partir de chacune d'elles. Une cathode en aluminium très pur fonctionne difficilement et le régime du tube est instable ; le fonctionnement devient régulier lorsque le métal renferme une trace de sodium, ce qui se produit toujours dans l'aluminium commercial. Avec une cathode de tungstène, la décharge s'entretient très difficilement. Il convient donc d'utiliser, pour construire la cathode, un élément aussi électro-positif que possible. Le meilleur semble être le glucinium qui, très électro-positif, possède en outre un point de fusion élevé (1.200° C.).

Lénard avait construit un tube muni d'une fenêtre d'aluminium de 0,0026 mm. d'épaisseur, à travers laquelle les électrons cathodiques rapides pouvaient sortir du tube. Ce dispositif arrêtait les électrons de faible vitesse. Pauli a réussi à construire un tube dans lequel la fenêtre est supprimée et remplacée par un système de trous, l'ampoule demeurant, pendant toute la durée du fonctionnement, en communication avec une pompe à grand débit. Il a pu ainsi constater la production, par ces électrons, d'effets très nets de phosphorescence sur un écran au sulfure de zinc.

On interprète parfois l'émission d'électrons que produit le choc des ions positifs contre la cathode, par une élévation locale de la température aux points de rencontre, ce qui rattache ce phénomène à l'émission thermo-électronique Sur la surface ainsi bombardée par les ions positifs apparaissent, en effet, des points brillants et fugaces qui rappellent ceux qu'on observe dans le spinthariscope. La surface de la cathode s'échauffe fortement ; si elle est constituée par une métal volatil (alcalin ou alcalino-terreux), elle devient luminescente et la lumière émise fournit le spectre du métal.

A l'émission électronique produite dans les métaux par les ions positifs en mouvement rapide, il faut rattacher celle que déterminent les rayons α des substances radioactives. Les électrons expulsés, de vitesse assez faible, ont été étudiés sous le nom de rayons δ.

II. — Emission thermo-électronique.

Les gaz deviennent conducteurs au voisinage des corps incandescents. Cette conductibilité s'explique par une ionisation du gaz sous l'influence d'électrons, et parfois d'ions positifs, émis par le corps incandescent. On donne habituellement le nom de *phénomènes thermioniques* à ceux qui se manifestent dans les gaz voisins de corps portés à l'incandescence, et l'on peut désigner sous le nom de *thermo-électronique*, l'émission d'électrons qui, dans la plupart des cas, leur donne naissance.

Historique. — La première observation relative à l'émission d'électricité par les corps incandescents date de 1733 et est due au physicien français Du Fay. Quelque cent ans plus tard, en 1853, Edmond Becquerel consacre à ce curieux phénomène un mémoire important. « Les résultats exposés dans ce travail, conclut-il, mettent en évidence la propriété que possèdent les gaz de livrer passage aux courants électriques lorsqu'ils environnent des électrodes métalliques parfaitement isolées et que leur température est suffisamment élevée. Les gaz acquièrent cette faculté à la température du rouge naissant ». Il indique également que les faits observés pourraient conduire à admettre « que les électrodes métalliques portées à la température du rouge laissent détacher des particules matérielles alors que l'excès de tension est très faible et que ces particules établissent une circulation continue d'électricité ».

Guthrie (1873) attire l'attention sur l'influence du signe de l'électrisation : une boule de fer, portée au rouge et disposée dans l'air, peut conserver une charge négative, mais non une charge positive ; aux températures plus élevées, la différence disparait et la boule se décharge très vite, quel que soit le signe de son électrisation.

Elster et Geitel (1882-1889), par une longue série de recherches, arrivent à cette conclusion

Digitized by Google

qu'un métal porté à l'incandescence se comporte comme s'il émettait, au fur et à mesure que la température s'élève, de l'électricité positive à des températures relativement basses et de l'électricité négative aux températures très élevées ; pour une certaine température intermédiaire, il perd les deux électricités en quantités égales.

Edison fit, en 1884, l'expérience suivante, dont les conséquences pratiques ne devaient être indiquées que vingt-cinq ans plus tard, par Fleming et De Forest : dans une lampe à incandescence à filament de carbone, il disposait une lame conductrice et constatait le passage d'un courant à travers le gaz raréfié de l'ampoule, quand la lame était positive par rapport au filament.

La théorie électronique. — Tous ces phénomènes sont demeurés longtemps mystérieux. Ils n'ont pu être interprétés qu'à la suite des recherches sur les décharges électriques dans les gaz raréfiés, qui ont inauguré une ère singulièrement féconde dans la physique contemporaine. Appliquant aux corpuscules émis par les corps incandescents les méthodes d'étude des rayons cathodiques, on a constaté que le quotient $\frac{e}{m}$ de la charge à la masse de ces corpuscules est le même que pour les corpuscules cathodiques : d'où la conclusion que l'émission d'électricité négative par les corps incandescents est constituée, comme le sont les rayons cathodiques, par un flux d'électrons.

Cette émission s'explique simplement dans la théorie actuellement admise de la structure des corps conducteurs. Un corps conducteur est considéré comme formé : 1° de molécules animées de mouvements oscillatoires autour de certaines positions moyennes d'équilibre, dont la vitesse va en croissant avec la température ; 2° d'électrons qui, par suite de leur extrême petitesse, se meuvent librement entre les molécules.

Ces électrons se comportent comme les molécules d'un gaz qui serait enfermé dans le volume du conducteur : ils exercent sur les parois l'équivalent d'une pression. Leur vitesse croît avec la température. Si la température augmente de plus en plus, il arrive un moment où cette vitesse est suffisante pour qu'ils puissent s'échapper du conducteur. L'émission d'électricité négative sous forme d'électrons apparaît donc comme analogue à l'émission des molécules matérielles dans la vaporisation d'un solide ou d'un liquide ; on peut assez bien l'assimiler à une vaporisation d'électricité. L'analogie a été poussée très loin par Richardson qui a donné une théorie mathématique du phénomène électrique, calquée sur celle de la vaporisation.

La théorie de l'émission d'électricité négative par les corps incandescents, dont nous venons d'indiquer le principe, est très simple. Elle est éminemment explicative puisqu'elle rattache le phénomène étudié à d'autres phénomènes analogues. Elle n'a cependant été acceptée qu'après beaucoup de discussions. C'est que les phénomènes ne sont vraiment simples que dans un vide extrêmement poussé. Or, il est très difficile de réaliser et surtout de maintenir un vide très élevé dans un récipient en verre, à cause des gaz et des vapeurs occlus dans les pièces métalliques ou absorbés par le verre. Ces gaz se dégagent sous l'action d'un échauffement ou d'un bombardement d'électrons et peuvent augmenter considérablement la pression. Il en résulte des phénomènes instables, complexes et d'apparence capricieuse. Un certain nombre de savants ont ainsi été conduits à supposer que l'émission d'électricité négative n'était qu'un effet secondaire lié à la présence de gaz dans l'ampoule et dû à des réactions chimiques entre le corps incandescent et le gaz. En réalité, les progrès de la technique relatifs à l'obtention et au maintien des vides élevés, réalisés notamment aux laboratoires de la General Electric C° par Langmuir, ont confirmé la théorie que nous avons exposée.

La présence de corpuscules positifs dans l'atmosphère gazeuse qu'entoure un corps incandescent s'explique aisément par l'action ionisante des électrons sur les molécules gazeuses. On a signalé cependant l'émission de charges positives par les corps chauffés à des températures relativement basses, même quand ces corps sont disposés dans le vide. Mais l'émission a un caractère transitoire et sa durée est limitée.

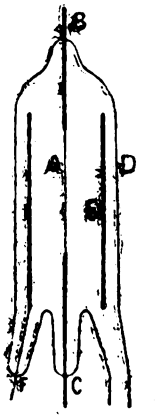


Fig. 313

Étude expérimentale des courants thermo-électroniques. — La figure 313 présente un dispositif expérimental permettant d'étudier aisément les courants thermo-électroniques produits par les corps incandescents.

Le filament A, supporté par des fils plus gros B et C, est fixé au centre d'une électrode cylindrique E, constituée par une feuille, ou mieux une toile métallique, que supporte le conducteur F. Le tube H permet de faire le vide dans

Digitized by Google

l'ampoule D qui renferme l'ensemble du dispositif.

Dans toutes les expériences relatives à l'étude des courants thermo-électroniques, il est de la plus grande importance, non seulement de vérifier minutieusement la pureté chimique des substances utilisées, mais encore de s'assurer que des traces de gaz ne sont pas mises en liberté dans l'ampoule au cours de l'expérience. Le meilleur moyen consiste à faire le vide aussi poussé que possible dans l'ampoule, en même temps qu'on en chauffe les parois et qu'on porte le fil A à l'incandescence au moyen d'un courant électrique. En outre, pour chasser toute trace de gaz du métal constituant l'électrode cylindrique E, il est bon de la soumettre au bombardement intense de rayons cathodiques obtenus en établissant entre A et E une grande différence de potentiel.

2 L'émission électronique croît rapidement avec la température. Ainsi, dans une expérience faite sur un filament de sodium, on a constaté que le courant électronique croît de $1,8 \times 10^{-9}$ ampère à $1,3 \times 10^{-2}$ ampère quand la température passe de 217° C. à 427° C. : une élévation de la température à peine supérieure à 200° C. a suffi pour rendre le courant dix millions de fois plus intense.

Les substances diffèrent surtout entre elles par la valeur de la température pour laquelle l'émission devient appréciable. On peut donner comme indication générale qu'un galvanomètre sensible ne décèle habituellement aucun courant quand la température du corps incandescent est inférieure à 1.000° C.

On représente habituellement la variation du courant électronique en fonction de la température par la formule suivante (formule de Richardson) :

$$i = AT^{\frac{1}{2}} e^{\frac{b}{T}}$$

Voici les valeurs de A et de b pour quelques corps.

Corps	A	b
Tungstène	$24,8 \times 10^6$	52.500
Tantale	$23,6 \times 10^6$	52.500
Platine	$3,2 \times 10^{12}$	80.000

3 Les valeurs que nous venons d'indiquer pour les intensités des courants électroniques obtenus aux diverses températures supposent que tous les électrons émis sont entraînés par le champ établi entre l'anode et la cathode et interviennent dans la production du courant.

Dans une série d'expériences systématiques, Langmuir a étudié comment varie le courant électronique en fonction de la température, sous diverses tensions établies entre la cathode et l'anode. Ces résultats sont représentés par les courbes de la fig. 314. Pour une tension de 35 volts par exemple, si l'on chauffe le filament, le courant électronique croît d'abord avec la température, suivant la loi exprimée par Richardson, mais, à partir d'une certaine température, il devient inférieur à ce qu'indique cette loi et finit par prendre une valeur constante représentée sur la figure par le premier palier horizontal. Pour une tension plus élevée, 47 volts, le courant élec-

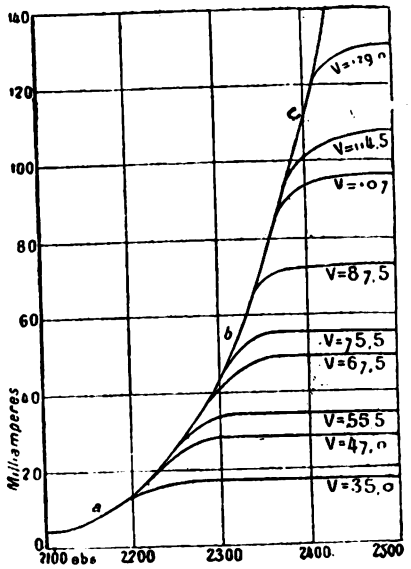


Fig. 314

tronique est régi par la loi de Richardson jusqu'à une température plus élevée que celle correspondant à l'expérience précédente ; après quoi il s'en écarte et finit par prendre une valeur constante correspondant au deuxième palier. Et ainsi de suite. A mesure qu'on élève la tension, la température extrême jusqu'à laquelle l'émission suit la loi de Richardson, représentée sur la figure par la courbe $a\ b\ c$, va en croissant ; il en est de même des valeurs limites de l'intensité (ordonnées des divers paliers). Ainsi, pour une tension donnée, le courant qu'on peut extraire d'un filament, quelle que soit la température à laquelle il est porté, ne peut dépasser une certaine valeur qui dépend de cette tension et de la disposition géométrique des électrodes.

Cette limitation du courant électronique a été rattachée par Langmuir à une sorte d'électrisation de l'espace compris entre la cathode et l'anode. Les électrons contenus dans cette région repoussent, en effet, ceux qu'émet la cathode. Cette action répulsive croît avec le nombre des électrons contenus dans l'unité de volume de l'espace envisagé, c'est-à-dire avec la température du filament. A partir d'une certaine température, le champ antagoniste est suffisant pour ramener vers la cathode tous les électrons qui en sortent ; le courant n'augmente plus, quelle que soit la température du filament.

Des considérations théoriques, entièrement vérifiées par l'expérience, montrent que le cou-

Digitized by Google

rant électronique maximum qui peut s'établir, pour une différence de potentiel V entre la cathode et l'anode varie, toutes autres choses égales, comme la puissance $\frac{3}{2}$ de cette différence de potentiel.

$$i = KV^{\frac{3}{2}}$$

Supposons le filament porté à une température déterminée et invariable et augmentons progressivement la tension appliquée (fig. 315).

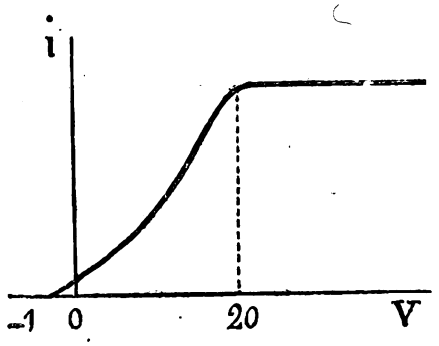


Fig. 315

1° Si, entre l'anode et le filament, cette tension est négative et a une valeur considérable (le potentiel de l'anode étant très inférieur à celui du filament), aucun électron ne peut parvenir à l'anode et le courant est nul. Il commence à prendre une valeur mesurable quand cette tension négative est de l'ordre du volt. C'est à ce moment seulement qu'en vertu de leurs vitesses initiales, quelques-uns des électrons émis par le filament peuvent, malgré le champ antagoniste qui s'oppose à leur mouvement, parvenir jusqu'à l'anode.

2° Lorsque la tension appliquée entre l'anode et le filament devient positive, le courant électronique augmente rapidement, car les électrons sont alors soumis à un champ électrique qui les entraîne vers l'anode. Le courant croît avec la tension, suivant la loi de la puissance

3° Il en est ainsi jusqu'à ce que la tension ait atteint une valeur suffisante pour que le champ entraîne tous les électrons émis par la cathode. A partir de ce moment, la saturation est atteinte et le courant demeure constant, quelle que soit l'accroissement de la tension.

4° Wehnelt a constaté que le potentiel de décharge entre électrodes de platine, dans un tube à vide, est abaissé par la présence, sur la cathode, d'une couche, même très mince, d'oxyde de calcium, de strontium ou de baryum. Un effet analogue, quoique moins sensible, est exercé par les oxydes de magnésium, de cadmium, d'yttrium, de lanthane, de thorium et de zirconium. Cette propriété est utilisée pour produire des courants électroniques intenses (cathode de Wehnelt).

III. — Emission photo-électronique.

Sous l'influence des rayons γ, des rayons X, des rayons ultra-violets, ou même des rayons visibles, un grand nombre de métaux et quelques gaz donnent lieu à une émission d'électrons. On donne à ce phénomène le nom d'*effet photo-électrique*.

C'est Hertz qui, le premier, en 1887, observa une action de la lumière sur un phénomène électrique : il constata que des étincelles jaillissent plus facilement entre les deux tiges d'un éclateur, lorsqu'on éclaire ces tiges par des rayons ultra-violets ; d'où le nom d'*effet Hertz* qu'on donne parfois au phénomène photo-électrique.

Cas des solides. — 1 Un métal électrisé négativement, placé dans le vide, fournit une abondante émission d'électrons lorsqu'il est frappé par des rayons ultra-violets. Les diverses variétés colorées de fluorine, certains sulfures (sulfure de plomb, d'antimoine, d'arsenic, de manganèse, d'argent, d'étain), l'iodure de plomb, beaucoup de couleurs d'aniline en cristaux, etc., possèdent la même propriété.

Si le corps est électrisé négativement, l'émission d'électrons le décharge. S'il est neutre, elle le charge positivement. Toutefois, la charge positive prise par le corps reste faible ; on conçoit, en effet, que les électrons ne puissent s'éloigner d'un corps fortement positif qui les attire.

2 Les phénomènes observés sont souvent compliqués par l'ionisation que la lumière détermine dans l'atmosphère gazeuse située au voisinage des métaux ; ils sont beaucoup plus simples quand on opère dans le vide.

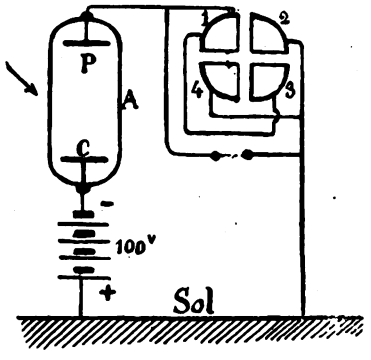


Fig. 316

Dans une ampoule A (fig. 316) où on a réalisé un vide aussi poussé que possible, disposons : 1° la lame métallique C dont on veut étudier l'émission photo-électrique ; 2° une plaque P destinée à capter les électrons émis par C. La lame C communique avec le pôle négatif d'une batterie d'accumulateurs dont le pôle positif est au sol ; elle est ainsi portée à un potentiel néga-

Digitized by Google

tif. La plaque P servant d'anode est reliée à la paire de quadrants 1-3 d'un électromètre, les cadrans 2-4 étant au sol. Un faisceau de lumière tombant sur la cathode, dans la direction indiquée par la flèche, détermine l'émission photo-électrique.

La plaque P et la paire de quadrants 1-3 à laquelle elle est reliée, prennent une charge négative croissante, qui entraîne une déviation de l'aiguille de l'électromètre ; la vitesse de déplacement de cette aiguille est proportionnelle à l'intensité du courant photo-électrique.

On a pu ainsi établir les lois suivantes :

a) Pour un flux monochromatique, le courant photo-électrique est proportionnel à l'intensité lumineuse. La même loi s'applique à un rayonnement complexe quelconque, pourvu que sa composition spectrale demeure invariable.

b) La vitesse initiale des électrons émis est toujours très faible ; elle prend toutes les valeurs depuis o jusqu'à un certain maximum v, qui ne dépend ni de l'intensité de la lumière, ni de la température, mais uniquement de la nature du métal et de la fréquence de la lumière incidente.

Les électrons expulsés d'un métal sous l'influence des rayons X ont une vitesse comparable à celle des électrons qui constituent le flux cathodique dans l'ampoule génératrice des rayons X.

D'après la relation des quanta, l'énergie cinétique maxima, $\frac{1}{2} mv^2$, des électrons émis est égale au quantum hf relatif à la fréquence de la lumière excitatrice, diminuée de l'énergie Σ nécessaire pour arracher l'électron de l'atome dont il faisait partie :

$$(1)\quad f_0 \frac{1}{2} m v^2 = h f - \varepsilon = h (f - f_0)$$

$\Sigma = hf_0$ représente l'énergie nécessaire pour arracher l'électron du métal; f_0 est la plus faible fréquence pour laquelle commence l'émission photo-électrique.

Les phénomènes photo-électriques ont été parmi les premiers qu'a permis d'interpréter la théorie des quanta. Les effets parasites provenant de l'état des surfaces ont obscurci pendant longtemps le résultat de beaucoup de recherches. Mais, en opérant dans un très bon vide, sur des surfaces fraîchement coupées de métaux alcalins, MILLIKAN a constaté que la relation (1) se vérifie bien et donne une valeur de la constante h très voisine de celles obtenues par d'autres méthodes ; c'est même peut-être la meilleure méthode dont nous disposions actuellement pour calculer cette constante.

c) Pour un métal donné, éclairé par un faisceau monochromatique, d'une intensité déterminée, le courant photoélectrique i varie avec la fréquence ou la longueur d'onde de ce rayonnement. La fig. 317 représente l'allure générale de la variation du courant photoélectrique avec la longueur d'onde, pour la plupart des métaux, le courant décroît rapidement quand la longueur d'onde augmente et s'annule pour une certaine longueur d'onde λ_0 correspondant à la

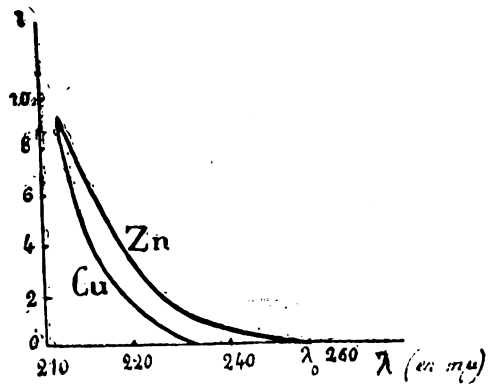


Fig. 317

plus petite fréquence f_0 nécessaire à l'émission. Pour la plupart des métaux, la longueur d'onde λ_0 se trouve dans l'ultra-violet et l'émission photo-électrique ne se produit que dans la région ultra-violette de longueur d'onde inférieure. Pour les métaux alcalins, la longueur d'onde λ_0 se trouve dans le rouge ou même dans l'infra-rouge. Ces métaux sont particulièrement sensibles à l'action photo-électrique.

En plus de l'effet normal, commun à tous les métaux, les métaux alcalins présentent un effet sélectif. Dans un certain domaine de longueurs d'onde, situé presque entièrement dans le spectre visible, il se produit une augmentation considérable du courant photo-électrique. L'intensité i passe par un maximum, pour une certaine longueur d'onde λ_m ; les longueurs d'onde λ_m et λ_0 sont caractéristiques du métal alcalin considéré.

Voici, d'après Miss SEILER, les valeurs de $\overline{\lambda}$ relatives à quelques corps :

corps	dm
Li	4o5
Na	419
NaH	427
K	44o
KH	456
Rb	473
RbH	481
Cs	539
CsH	54o

L'effet normal, commun à tous les métaux, ne dépend pas de l'orientation du plan de polarisation de la lumière par rapport au plan d'incidence, ou du moins il n'en dépend que dans la mesure où l'absorption est modifiée par

Digitized by Google

l'orientation du plan de polarisation. L'effet sélectif, au contraire, est très sensible à l'orientation du plan de polarisation et, pour une orientation convenable, on arrive à l'annuler en ne laissant subsister que l'effet normal. Pour que l'effet sélectif se manifeste, il faut que, dans le rayonnement incident, le vecteur électrique ait une composante normale à la surface du métal illuminé ; l'intensité de l'effet sélectif croît avec la valeur de cette composante.

En résumé, le nombre d'électrons émis, pour une même quantité d'énergie absorbée, augmente considérablement dans un certain domaine de longueurs d'onde situé en grande partie dans le spectre visible et cette propriété dépend étroitement de la composante normale du vecteur électrique ; mais l'effet sélectif ne modifie pas la vitesse maxima que peut acquérir un électron sous l'influence d'un rayonnement d'une fréquence déterminée.

Cas des gaz. — Les radiations de l'ultra-violet extrême peuvent ioniser directement l'oxygène et d'autres gaz. Mais ces effets sont toujours peu intenses et d'une observation délicate, car les rayons qui les provoquent sont tout à la fois difficiles à produire et très absorbables.

Les rayons X et les rayons γ constituent pour les gaz de très actives causes d'ionisation. Il semble qu'ils agissent en déterminant l'émission d'un électron par les molécules gazeuses qu'ils rencontrent ; ces électrons, émis avec une certaine vitesse, ionisent par choc les molécules voisines.

Interprétation de l'effet photo-électrique. — L'interprétation de l'effet photo-électrique soulève une difficulté non encore résolue.

Nous avons mentionné que la vitesse et, par suite, l'énergie maxima des électrons émis ne dépendent pas de l'intensité du rayonnement excitateur, mais seulement de sa fréquence : un atome éclairé par une radiation de fréquence f émet un projectile doué d'une énergie hf bien avant que le rayonnement reçu ait pu, sous forme d'ondes sphériques homogènes, lui fournir cette énergie.

On peut essayer d'interpréter les faits en admettant que l'énergie de l'électron émis provient, soit du rayonnement incident, soit de l'atome. Si l'énergie provient du rayonnement incident, il faut admettre que ce rayonnement est corpusculaire, ce qui ramène directement à la théorie de l'émission, ou encore, s'il est ondulatoire, que l'énergie présente des points de condensation à la surface de l'onde ; dans les deux cas, les phénomènes d'interférence seraient très difficiles à expliquer. Si l'énergie de l'électron expulsé provient de l'atome, le rayonnement incident ne doit jouer qu'un rôle de déclanchement et l'on comprend mal que cette énergie soit en relation si étroite avec la fréquence. La question reste posée.

IV. — Emission d'électrons par les substances radio-actives.

On sait que les corps radio-actifs émettent spontanément trois sortes de rayons : les *rayons* α, formés de particules électrisées positivement ; les *rayons* β, formés d'électrons ; les *rayons* γ, vibrations analogues aux rayons X.

On peut séparer et étudier ces divers rayons par l'action d'un champ magnétique ou d'un champ électrique. Si on place dans une cavité creusée dans un bloc de plomb (fig. 318), un petit fragment de sel de radium, il s'échappe de la cavité un faisceau de rayons presque rectilignes,

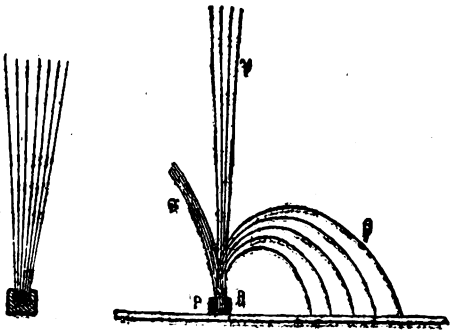


Fig. 318 et 319

qu'on peut déceler, par exemple, en le recevant sur une plaque photographique.

En disposant cette cuve de plomb entre les deux pôles d'un électro-aimant (le pôle nord étant en avant du plan de la figure), on sépare les trois groupes de rayons (figure 319). Le faisceau des rayons α qui transporte la plus grande partie de l'énergie rayonnée, est dévié légèrement dans le sens que permettent de prévoir les lois de l'électromagnétisme si on le suppose constitué par des charges positives en mouvement. Les rayons β sont fortement déviés dans le sens opposé, et leur trajectoire peut être rendue presque circulaire. Les rayons γ forment un faisceau peu intense, à peu près rectiligne, insensible au champ magnétique.

On réalise des déviations et une séparation analogues dans un champ électrique, entre deux plateaux électrisés en sens inverse.

Par la mesure des déviations produites dans un champ magnétique ou dans un champ électrique, on a pu mesurer les vitesses des particules qui constituent les rayons α et des rayons β et le rapport $\frac{E}{\mu}$ de leur charge à leur masse.

Ces mesures ont montré que les rayons α sont constitués par des atomes d'hélium, de masse atomique égale à 4, portant une charge positive *double* de celle de l'électron ; leur vitesse, bien qu'inférieure, en moyenne, à celle des particules β, atteint dans quelques cas 20.000 kilomètres par seconde.

Digitized by Google

Les rayons β sont des électrons animés d'une vitesse très grande. Pour la plupart d'entre eux, cette vitesse est comprise entre les 40 et les 80 centièmes de celle de la lumière ; quelques-uns ont des vitesses qui atteignent les 99 centièmes de celle de la lumière.

Les rayons γ sont analogues aux rayons X ; leur longueur d'onde est, en moyenne, plus courte, et leur pouvoir de pénétration plus élevé.

Les rayons β émis par les corps radio-actifs constituent une source d'électrons très rapides d'un emploi commode. On peut les séparer des rayons α grâce à leur pouvoir pénétrant plus élevé. Tandis que les corpuscules α ne peuvent guère franchir plus de quelques centimètres dans l'air et ne traversent pas des feuilles métalliques d'épaisseur supérieur à 0,1 millimètre, les rayons β traversent aisément quelques millimètres de matière peu dense, comme l'aluminium.

D'où proviennent les électrons qui constituent les rayons β des substances radio-actives ?

On admet la présence d'électrons en deux régions fort différentes de l'atome :

1° Autour du noyau. Ces *électrons périphériques* interviennent dans les propriétés chimiques, dans les phénomènes lumineux, la conduction électrique et thermique des métaux. Ils peuvent s'échapper de l'atome sous un grand nombre d'influences (ionisation, température élevée, rayonnement, etc.) ; ce sont eux qui constituent les émission cathodiques thermo et photo-électroniques.

2° Dans le noyau. Ces *électrons essentiels* ou *nucléaires* sont plus intimement liés à l'atome. Ce sont eux qui, libérés par l'explosion du noyau se manifestent dans l'émission de rayons β par les atomes instables des éléments radio-actifs.

V. — Emission d'électrons dans les réactions chimiques.

Les réactions chimiques peuvent-elles s'accompagner d'une émission électronique ? Ce problème a suscité de nombreuses recherches qui ont souvent conduit à des conclusions contradictoires. C'est que l'interprétation des expériences est rendue difficile par l'intervention possible d'autres causes d'ionisation : 1°, une émission thermo-électronique due à l'action d'une température élevée en quelque point du système chimique ; 2°, une émission photo-électronique, sous l'action de radiations extérieures ou même d'une luminescence accompagnant la réaction chimique ; 3° la radio-activité de traces d'impuretés ou même de substances réagissantes, si l'on opère sur des métaux alcalins ; 4°, la libération de charges électriques dont s'accompagnent diverses actions mécaniques : barbotage des gaz dans les liquides, frottements, arrachements, éclatements, etc.

Aussi, à la suite d'expériences qui ont porté sur un grand nombre de réactions chimiques (fumées produites par PCl^3, PCl^5, $AsCl^3$, $SnCl^4$, etc., en présence d'air humide ; formation de précipités par voie humide ; décomposition de corps pulvérulents), De Broglie et Brizard avaient formulé les conclusions suivantes : « Il nous semble que la conductivité du gaz ambiant, dans les cas que nous avons considérés, suit d'assez près la présence ou l'absence des causes parasites d'ionisation pour qu'on puisse en général leur attribuer cette conductivité à l'exclusion de la réaction chimique proprement dite, cette dernière, lorsqu'elle se produit seule, n'étant pas accompagnée de mise en liberté de charges électriques dans le milieu environnant. »

Le problème semble avoir été résolu de manière définitive par Haber et Just qui, dans leurs expériences, se sont efforcés d'éliminer tous les effets parasites.

Les métaux, mais non leurs composés, renfermant des électrons libres, on pouvait penser que la formation de ces composés s'accompagnerait d'une émission électronique. Haber et Just ont étudié l'action sur les métaux alcalins de l'air, de la vapeur d'eau, de l'oxychlorure de carbone, des vapeurs de brome, d'iode, de chlorure de thionyle, etc.

Les premiers essais ont porté sur l'alliage liquide potassium-sodium, à 66 p. 100 de potassium qui, au contact de l'air humide, se recouvre immédiatement d'une couche d'oxyde et d'hydroxyde. L'alliage, placé dans un récipient isolé et maintenu à un potentiel négatif de l'ordre de 1.000 volts, est au-dessous d'un disque de laiton relié à un électroscope. Si la surface de l'alliage a été bien décapée, l'électromètre se charge négativement. On peut admettre qu'il a capté les électrons émis pendant l'oxydation du métal. La production de charges a lieu, même dans l'obscurité. Elle ne se produit pas dans l'hydrogène.

Des expériences plus précises ont été faites dans un vide élevé, 1 μ de mercure, afin d'éviter toute ionisation. Sans entrer dans la description du dispositif utilisé, signalons simplement qu'il permet d'évaluer le quotient $\frac{E}{\mu}$ de la charge par la masse des particules émises. Dans l'action de l'alliage potassium-sodium sur le chlorure de carbonyle et sur le brome, ce rapport a été trouvé tout à fait voisin de celui relatif à l'électron, ce qui permet de conclure à l'identité des particules émises et des électrons. Il a une valeur trois fois plus petite avec la vapeur d'iode, ce qui peut s'expliquer par la présence d'ions à côté des électrons. Il prend des valeurs beaucoup plus faibles quand on remplace l'alliage potassium-sodium

Digitized by Google

par des amalgames de potassium, de cæsium, de lithium ; les particules électriques doivent, en grande partie, être constituées par des ions. La vitesse des élections est très faible comparée à celle des particules β ou même à celle des électrons cathodiques ; elle n'atteint pas 1.000 kilomètres par seconde, d'après les mesures de HABER et JUST.

Cette émission d'électrons, lors des réactions chimiques, par des corps maintenus à basse température, rappelle, à bien des égards, l'émission photo-électronique. Quand on fait croître l'intensité du champ électrique appliqué entre les corps qui réagissent et le disque qui sert à capter les charges émises, on constate que le courant électronique croît de moins en moins vite et finit par atteindre une valeur constante, à partir du moment où le champ est suffisamment intense pour amener sur le disque tous les électrons émis (courant de saturation). De nombreuses recherches ayant établi l'influence qu'exerce la présence de gaz sur l'émission photo-électronique, certains auteurs tendent même à rattacher cette émission à une action photochimique accompagnée d'un effet HABER-JUST.

A BOUTARIC,
Professeur de la Faculté des Sciences de Dijon.

LES FOUILLES DE GLOZEL (ALLIER)

Les fouilles qui sont actuellement en cours d'exécution près du village de Glozel (Allier) ont amené une vive controverse parmi les archéologues, controverse qui repose uniquement sur la date du gisement. Si, en effet, celui-ci appartenait à l'époque Néolithique, comme le disent plusieurs d'entre eux, nous nous trouverions en présence d'un fait considérable pour l'Histoire de la civilisation et plus particulièrement pour l'Histoire de la Gaule, puisque c'est au 2e Age de la Pierre qu'il faudrait faire remonter l'invention de l'alphabet, l'invention du verre et l'invention de la céramique.

Mais dans l'évaluation de la date du gisement de Glozel, on paraît avoir fait une place beaucoup trop importante aux hypothèses, en laissant du côté les questions de technique qui peuvent cependant apporter des éléments d'appréciation très importants. C'est cette lacune que je vais tenter de combler ici, d'autant plus que la technique conduit, pour Glozel, à des conclusions très différentes de celles qui ont été formulées jusqu'ici.

Je rappelle, brièvement, que le gisement a été découvert fortuitement, le 1er mars 1925, par M. Emile Fradin, en labourant son champ ; il commença seul les premières fouilles, qu'il continua, à partir d'avril 1925, avec la collaboration du Dr Morlet (1). La nature et la variété des objets trouvés à Glozel permettent de considérer cette station comme un lieu consacré où l'on apportait des offrandes.

On a tout d'abord rencontré une fosse ovalaire dont les parois, faites de pierres et de briques, étaient vitrifiées et dont la terre de remblai contenait des scories, des pierres utilisées, entre autres une petite hache polie portant une écriture inconnue, puis, autour de la fosse, des plaques d'argile portant également des inscriptions, des débris de creusets contenant du verre, une idole phallique. Aux alentours : des galets utilisés, dont quelques-uns portent des inscriptions, des poteries à visage humain schématique ou à décor incisé, des représentations de la roue solaire, des aiguilles en os et des harpons rappelant ceux du Mas d'Azil. Enfin des pierres gravées montrant des animaux, particulièrement des Cervidés qui furent considérés, un peu hâtivement, comme étant des Rennes.

Le gisement se trouve dans une couche d'argile jaune absolument intacte, d'après les déclarations formelles des archéologues et des géologues.

Tous les objets se rencontrent *au même niveau* comme l'avaient reconnu primitivement MM. Morlet et Fradin et comme le confirment les observations de MM. Depéret et Viennot : « Les excavations de fouilles restées ouvertes, disent-ils, nous ont montré au-dessous d'un sol de culture, de 0 m. 30 environ, l'argile jaune, fine et compacte, non stratifiée. C'est à environ 0 m. 25 de la surface de l'argile qu'a été trouvé la remarquable série d'objets et d'outils divers réunis aujourd'hui en un véritable Musée archéologique » (2).

Les mesures relevées par MM. Depéret et Viennot correspondent bien avec celles qui avaient été prises antérieurement par le Dr Morlet.

Puisqu'il n'y a *qu'un seul niveau* et qu'il n'y a eu *aucun remaniement* de la couche archéologique, comme cela a été bien constaté par les mêmes géologues ; nous avons à rechercher

(1) Dr MORLET et Emile FRADIN. — *Nouvelle Station néolithique*, 3 fascicules de 130 pages avec 152 figures. Vichy, 1925-1926. (Un quatrième fascicule est en préparation).

Je suis heureux de remercier de nouveau les auteurs, de l'autorisation qu'ils m'ont donnée de reproduire les figures nécessaires à l'appui de mes démonstrations.

(2) Lettre de MM. Depéret et Viennot à M. le Dr Morlet, en date du 16 septembre 1926. (*Mercure de France*, 1er octobre 1926, p. 201).

* *

Digitized by Google

parmi les objets trouvés dans la fouille ceux dont les caractères permettent de fixer une date.

Le Dr Morlet avait considéré la fosse découverte en premier lieu, comme une sépulture néolithique. Néolithiques aussi les idoles dont le visage schématique est représenté par les arcades sourcillières, le nez et les yeux, avec absence de bouche. Enfin, la découverte de gravures de Cervidés, sur des galets, vint renforcer cette

Cependant, après sa visite à Glozel, M. Depéret, dans une communication faite à l'Académie des Sciences, le 11 octobre 1926, dit en parlant de la fosse : « Il s'agit à n'en pas douter d'une sépulture ». Reprenant ensuite la question des Cervidés gravés, il fait remarquer que, parmi ceux-ci, le plus abondant est le Chevreuil, et qu'un autre de ces Cervidés considéré d'abord comme un Renne, puis comme un Daim, est en réalité un Elan (*Cervus*

Fig. 320. — Glozel. — Tablette avec inscription

première hypothèse, acceptée par M. Salomon Reinach, puis par M. Espérandieu qui, à plusieurs reprises, en entretinrent l'Académie des Inscriptions.

La date du gisement fut fixée au *début* du Néolithique.

D'autre part, M. Camille Jullian, étudiant les tablettes de Glozel, le situa à une époque comprise entre 200 avant et 200 ans après J.-C., d'où un écart de date, avec les premiers observateurs, de plusieurs millénaires. Mais son opinion ne prévalut pas et l'attribution au Néolithique initial fut regardée comme exacte.

alces) (fig. 321). Puis, recherchant l'Age du gisement, le Cervidé gravé n'étant plus un Renne mais un Elan, il est conduit à cette conclusion : « L'élimination du Renne emporte la partie la plus solide de l'argumentation de M. Morlet, et pour ma part, j'incline à penser qu'il s'agit plutôt d'un Néolithique récent, un peu antérieur seulement à l'Age des Métaux ».

Les gravures de Glozel sont évidemment des œuvres qui ne peuvent avoir la prétention de représenter fidèlement la nature. Tout ce qu'a pu faire l'ouvrier gravant probablement quelque pierre-fétiche, c'est de figurer un Cervidé, sans

Digitized by Google

se soucier beaucoup du détail des caractères spéciaux propres à chaque espèce.

Les hésitations des géologues et des archéologues sont donc très justifiées quand à la détermination de l'espèce : Renne, Chevreuil, Daim, Elan... ou Cerf dont on a encore, je crois, fort peu parlé.

Il résulte de ces hésitations, *que les Cervidés gravés de Glozel ne peuvent servir d'éléments chronologiques* et que c'est ailleurs qu'il faut chercher ceux-ci. C'est le but de cet article.

Je montrerai aussi que la fosse n'est pas une sépulture et que son mode de construction ainsi que son emplacement indiquent clairement sa destination.

La date du Néolithique, initial ou final, est, à Glozel, absolument inacceptable, et on ne peut qu'être surpris qu'aucun compte n'ait été tenu de certains faits d'ordre technique, cependant très importants, entre autres :

1° La découverte, dans le gisement d'un *affûtoir* (portant sur une face des caractères alphabétiformes), affûtoir *qui ne peut-être antérieur à la découverte du métal.*

2° La présence du verre dont la mise en œuvre, lorsque la fusion est opérée, *nécessite un outillage en métal* que ne peut remplacer un outillage en pierre.

On a mis également en avant, pour justifier l'attribution au Néolithique, l'absence de métal dans la couche archéologique. Cette particularité à laquelle les préhistoriens attachent tant d'importance, n'en n'a en réalité, aucune, car elle peut être due à diverses causes, par exemple : disparition à l'époque où l'habitat a été abandonné, alors que les métaux, cuivre et fer, possédant une grande valeur, étaient soigneusement récupérés ; destruction, au cours des âges, par les agents chimiques et microbiens du sol, (acide carbonique et carbonates alcalins, actions bactériennes, etc.).

L'absence de métal ne peut jamais servir de critérium pour l'attribution à une époque déterminée.

*
* *

Nous allons donc chercher les dates que l'on peut assigner aux objets les plus typiques trouvés dans le gisement et puisqu'il n'y a qu'une *seule couche archéologique non remaniée*, nous aurons ainsi la place occupée par Glozel dans la chronologie.

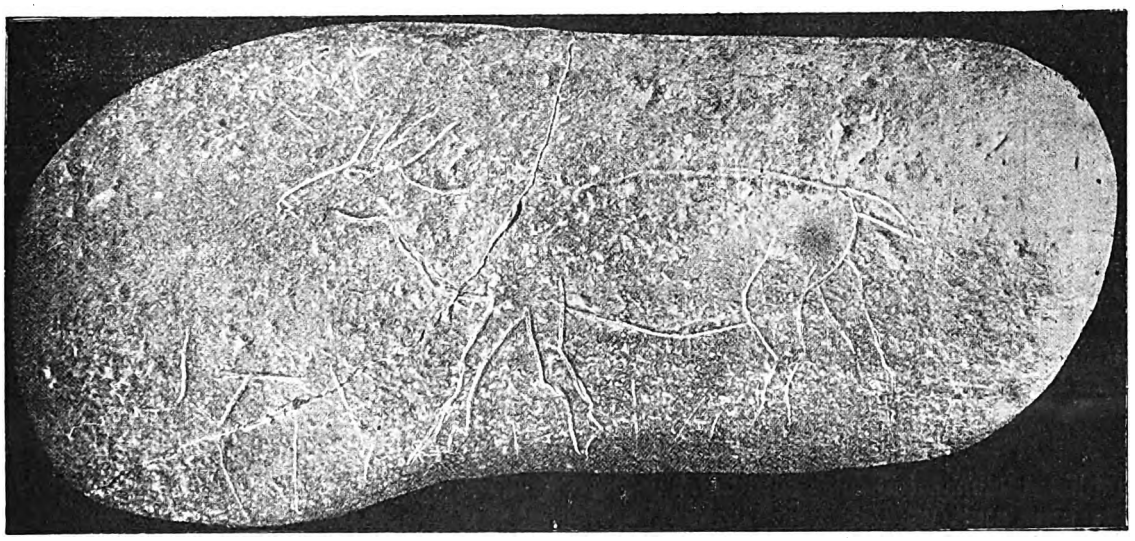


Fig. 321. — Glozel. — Le Cervidé gravé, considéré comme un Elan par M. Depéret.

Industrie lithique. — *Les haches polies.* — On a trouvé une hache polie entière et quelques fragments.

La hache polie est considérée par les préhistoriens comme Néolithique. C'est, à mon avis une grave erreur, car le polissage de la pierre est certainement un apport de la civilisation concomitante de la découverte des métaux.

En effet, si nous négligeons les trouvailles isolées (qui, par conséquent, ne peuvent être datées) d'instruments polis par l'homme et que nous ne considérions que ceux qui sont accompagnés, à défaut de métal, de produits d'industrie, nous voyons que ceux-ci appartiennent, toujours par leur technique, aux âges du Cuivre, du Bronze ou du Fer. Rien ne permet donc

Digitized by Google

d'affirmer que la Pierre polie appartient au Néolithique (1).

Glozel n'échappe pas à cette règle, puisque ses pierres polies par l'homme, se trouvent au même niveau que l'aiguisoir dont je vais parler.

Aiguisoir. — Cet aiguisoir (fig. 322), qui possède ici une importance capitale puisque sa présence montre que nous ne sommes plus dans le Néolithique, est constitué par un galet plat muni, comme la plupart des objets de ce genre, d'un trou biconique de suspension. « Sur une des arêtes, au niveau du trou, disent MM. Morlet et Fradin, se voient nettement, de chaque côté, des traces d'aiguisage, la pointe paraît plutôt avoir servi à tenir l'instrument de la main gauche ». Nous nous trouvons donc en présence d'un outil bien défini.

auparavant. La présence de cet outil limite donc le gisement de Glozel, dans le temps, à l'époque où les métaux étaient en usage, et cette limite est également celle de l'écriture inscrite sur une de ses faces.

L'industrie lithique de Glozel a donné en outre des outils en silex et grès, d'une facture grossière comme le sont tous ceux qui appartiennent aux époques les plus basses. L'usage de la pierre s'est prolongé très longtemps. On sait que le silex est encore utilisé dans l'Europe orientale, dans le tribulum ; en France, dans certaines régions du Plateau Central, les socs en bois des charrues étaient garnis, il y a une cinquantaine d'années, d'éclats en pierres dures.

Céramique anthropomorphe. — Je n'examinerai que les vases à visage et les idoles parce qu'ils

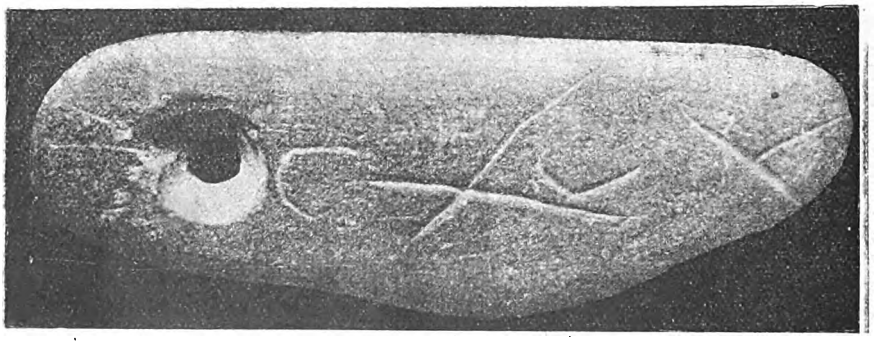


Fig. 322. — Glozel. — Aiguisoir avec signes alphabétiformes.

Les plus anciens aiguisoirs signalés par Déchelette sont ceux du Camp de Chassey, qui, bien que catalogués par cet auteur dans le Néolithique appartiennent (il le reconnaît lui-même) à l'Enéolithique, et peut-être au Bronze (2).

L'aiguisoir a certainement été inventé après la découverte du métal puisqu'il eût été inutile

constituent d'intéressants documents chronologiques.

Cette catégorie de céramique est caractérisée, à Glozel, par la représentation du visage humain formé seulement par les arcades sourcillières, surmontant une barre verticale simulant le nez, les yeux, mais pas de bouche.

Cette schématisation du visage est connue depuis longtemps, mais à Glozel, elle est déjà très évoluée et même sur certains vases, elle se modifie au point de devenir parfois méconnaissable.

MM. Morlet et Fradin en font un masque néolithique en prenant pour base des représentations analogues découvertes jadis dans des grottes sépulcrales attribuées au Néolithique, attributions que je considère comme une erreur manifeste, en raison des trouvailles faites dans ces sépultures.

Les premiers et les plus anciens spécimens de ces représentations du visage humain ont été découverts, dans les grottes sépulcrales artificielles du Petit-Morin (Marne) et les sépultures de Cellorgues (Gard) (fig. 323 et 324).

Or, il était admis que les grottes sépulcrales, comme les dolmens appartenaient obligatoire-

(1) Le Néolithique est l'une des périodes préhistoriques la moins connue. A l'époque où il devint nécessaire de créer un nouvel échelon dans la chronologie, on le désigna sous le nom de « Néolithique ou Age de la Pierre polie ». On ne connaissait alors du Néolithique qu'une seule période qui fut appelée période « Robenhausienne ».

Or, les nombreuses découvertes faites par la suite ont montré que le « Robenhausien » englobe l'extrême fin du Néolithique, l'Enéolithique et le début du Bronze.

Le Robenhausien n'est plus admis que par quelques traditionalistes; au point de vue chronologique, il ne possède plus aucune valeur.

(2) Le Camp de Chassey, par son industrie lithique et sa céramique se classe indiscutablement au début du Bronze. On peut se demander, alors, pourquoi Déchelette, (qui le pensait également) l'incorpore dans le Néolithique. C'est évidemment en raison de la présence des pierres polies et afin de laisser intact, malgré les faits, le dogme suranné de la « pierre polie néolithique ».

Digitized by Google

ment à l'époque Néolithique, sans doute parce qu'on y rencontrait des haches polies. Aussi, n'a-t-on pas tenu compte du métal trouvé, en petite quantité il est vrai, dans ces sépultures.

Le métal (Musée de Saint-Germain) trouvé dans une des grottes du Petit-Morin n'a jamais

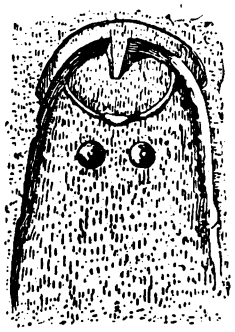


Fig. 323 — Statue d'une Grotte artificielle du Petit-Morin (Marne)

été analysé. Cuivre ou bronze ? Nous l'ignorons. Espérons que cette regrettable lacune sera comblée un jour.

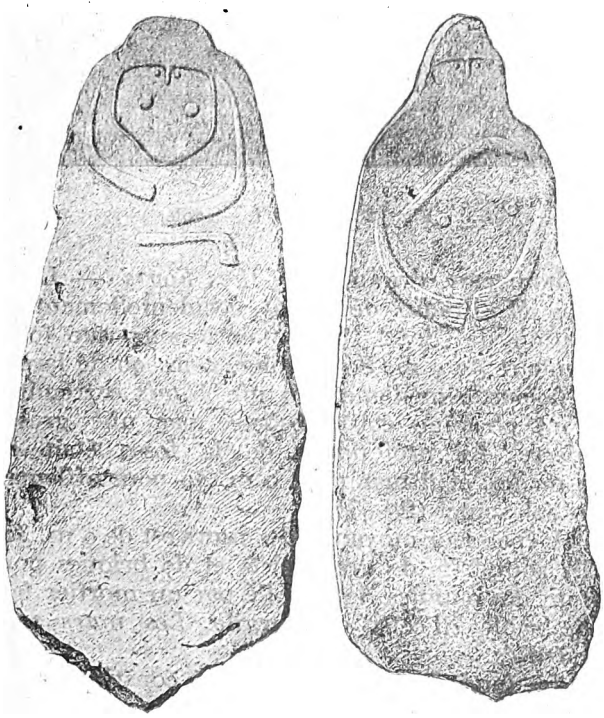


Fig. 324 — Statues menhirs de Collorgues (Gard)

Quant aux sépultures de Collorgues, elles sont, par leur mobilier, de même époque que celles du Petit-Morin. Fouillée, il y a bientôt 50 ans, c'est-à-dire à une époque où on recherchait uniquement les beaux objets, on ne paraît pas avoir accordé d'attention à une scorie de métal qui malheureusement n'a pas été conservée (1).

Les idoles du Petit-Morin et de Collorgues ne sont donc pas Néolithiques. Elles appartiennent aux rites funéraires introduits en Gaule avec la civilisation du métal.

Fig. 325 — Urne à visage d'Hissarlik. Age du Bronze

Cette représentation schématique du visage a été observée à Hissarlik, dans la 2e ville où le métal était déjà connu et on la retrouve jusqu'à la fin de l'Age du Fer en divers pays (fig. 325 et 326).

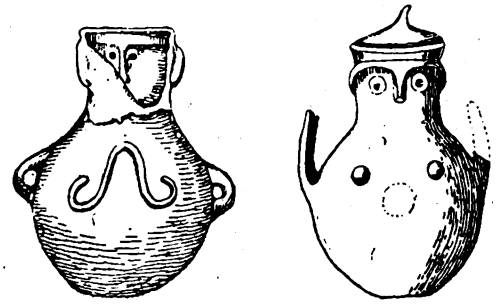


Fig. 326 — Urnes à Visage Hissarlik (2e ville) Bronze I

Nous ne pouvons la suivre dans son évolution à travers les âges, mais en tous les cas, à mesure que nous nous éloignons de ses ori-

(1) Le fait est rapporté par le Dr Raymond dans son remarquable travail sur « *L'arrondissement d'Uzès avant l'histoire* » (1900), travail dans lequel l'auteur met au point un certain nombre de questions relatives au passage de l'Age de la Pierre à l'Age de Cuivre.

Cet ouvrage fut l'objet, de la part de Guébhard, de critiques ridicules dénotant un manque absolu de connaissances sur le Néolithique et l'Enéolithique.

Les figures des idoles de Collorgues, données ici, sont extraites de l'ouvrage du Dr Raymond. (Dessins de A. de Mortillet).

Digitized by Google

gines, les traits s'accentuent, les arcades sourcillières deviennent, à l'époque de la Tène, très proéminentes, et se rapportent tout-à-fait au type de Glozel (fig. 327 et 328).

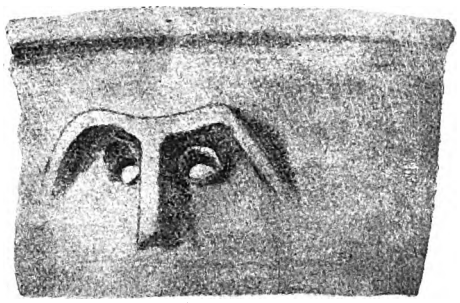


Fig. 327
Fragment de vase de Piedimonté d'Alife (Campanie)
Epoque de la Tène

Cette dernière localité voit une nouvelle évolution s'accomplir et sur certains vases le visage schématique se résout en motifs parfois singuliers.

Nous assistons donc à Glozel à l'une des évolutions, peut-être la dernière, qu'a subie au cours des âges, une shématisation dont le premier stade se manifeste à l'Enéolithique.

Par conséquent, il devient de toute évidence que les idoles glozéliennes ne peuvent appartenir au Néolithique. Elles ne peuvent être antérieures à la fin de l'Age du Fer.

Les idoles phalliques doivent aussi retenir notre attention parce que leur présence à Glozel constituerait une intéressante anomalie si nous considérions le gisement comme Néolithique.

En effet, le fétiche phallique fait absolument défaut en Gaule pendant tout le Néolithique et l'Age du Bronze ; il apparaît, en restant rare, au début du 2e Age du Fer, mais devient extrêmement commun, aux 1ers siècles de notre ère, avec les Romains qui furent les véritables importateurs de ce type de fétiche et de cette extraordinaire céramique pornographique dont ils inondaient les pays conquis et qui n'avaient rien à voir avec certains rites religieux empruntés aux Grecs et aux Egyptiens.

Si Glozel était Néolithique, ce qui ne peut être, ses idoles, constitueraient donc un fait nouveau pour cette époque.

Glozel a donné de la céramique non tournée et parfois peu cuite, mais ces caractères n'ont pas une grande valeur chronologique, car ce type de poteries se retrouve très souvent avec la céramique tournée la plus évoluée. Ainsi lorsqu'elle arrive à son apogée en Crète, en Grèce, en Egypte et en bien d'autres lieux, la fabrication à la main, sans tour, se pratiquait encore. La céramique non tournée, fabriquée à l'aide de pierres polies se fait encore en Egypte concurremment avec la céramique tournée et chez les mêmes potiers (1).

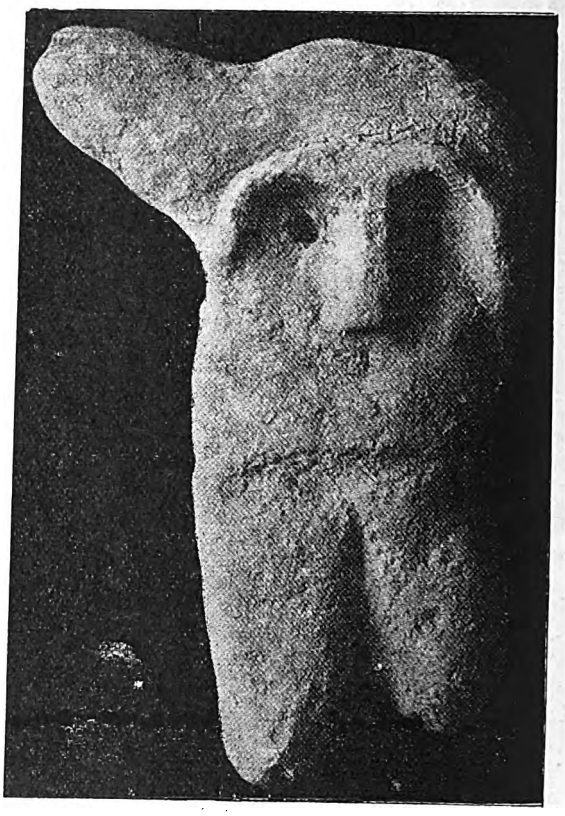


Fig. 328 — Glozel. — Idole

Industrie verrière. — *Les Fours.* — Lorsque M. Fradin découvrit accidentellement la station de Glozel, il mettait à jour une fosse ovalaire de 2 m. 80 de long, 0 m. 90 de large, à la partie médiane et 0 m. 35 aux extrémités dont chacune était obstruée par une grosse pierre. La profondeur de la fosse était de 0 m. 40, et il manquait 0 m. 20 pour affleurer le sol actuel (fig. 329).

L'épaisseur moyenne des murs est de 0 m. 30. Ils sont faits de gros galets et de briques portant des cupules, le tout lié par un mortier fait de sable siliceux et d'argile. *Les murs sont vitrifiés.*

Le fond de la fosse est ainsi constitué : sur une épaisse couche d'argile se trouve un pavage fait de grosses pierres plates, et recouvert d'un lit d'argile cuite, sur lequel repose un dallage fait de seize grandes briques de couleur jaune.

Dans la fosse et aux alentours immédiats, on a recueilli, avec divers autres objets, des scories, des larmes bataviques, des fragments de verre,

(1) Franchet. — Mission en Crète et Egypte. *Nouv. Archives des Missions*, fasc. XV, 1915.

Digitized by Google

un fond de creuset contenant encore du verre.

MM. Morlet et Fradin ont considéré cette fosse comme étant une tombe d'époque Néolithique, qui aurait été fouillée antérieurement.

Je ne partage pas du tout cette manière de voir, car la forme de cette fosse et son mode de construction montrent que nous nous trouvons en présence d'un *four à fritter*, ayant peut-être aussi été utilisé comme *four à recuire*, ce double emploi étant fréquent chez les ver-

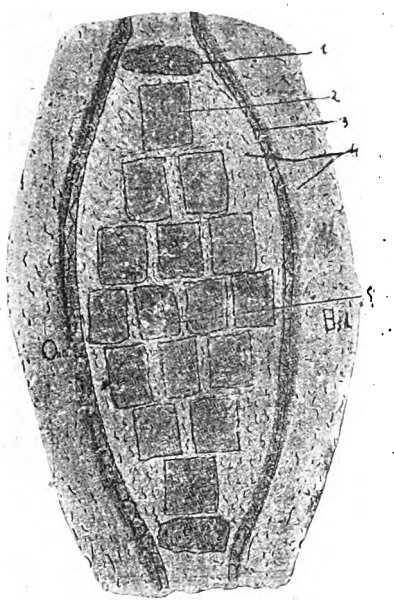


Fig. 329 — Glozel. — Plan du four.
1. — Pierres fermant les ouvertures du four.
2. — Briques du dallage.
3. — Murs latéraux.
4. — Argile non agglomérée.
5. — Brique avec empreinte de main.

riers de l'antiquité, (et même dans les petites verreries modernes).

L'attribution de cette fosse, comme four à fritter, est corroborée par la découverte, en tête de la fosse, d'une partie du *four à fondre* le verre. Il était circulaire et construit avec des petites briques reliées entre elles au moyen d'argile ; celle-ci était vitrifiée, ce qui prouve que le four a été utilisé ; il renfermait, du reste un fragment de creuset contenant encore du verre.

Nous avons donc à Glozel un atelier complet de verrier. Les anciens ateliers comportaient quelquefois trois fours distincts : four à fritter (1), four à fondre, four à recuire (2). Lorsqu'il n'en comportait que deux, la recuisson s'opérait dans un four à recuire faisant corps avec le four à fondre et utilisant la chaleur perdue ; ou bien, dans le cas contraire, la recuisson se faisait dans le four à fritter (dans lequel on séchait également les creusets fraîchements fabriqués).

Nous ne savons pas si, à Glozel, il y avait un four à recuire faisant corps avec le four à fondre, puisqu'il ne reste qu'une faible partie de celui-ci, (des fouilles bien conduites permettraient peut être de retrouver, intactes les fondations).

MM. Morlet et Fradin ayant publié le plan et la coupe de la fosse, nous allons pouvoir l'étudier et montrer qu'il s'agit réellement d'un four et non d'une sépulture.

Chez les verriers de l'antiquité, la plus grande difficulté dans la construction des fours résidait dans le choix des matériaux : on ne possédait pas encore des briques suffisamment réfractaires pour résister aux températures élevées, et aussi à un chauffage prolongé.

Les fours se construisaient soit avec des briques molles, ce qui permettait de les réunir de telle sorte qu'on obtenait finalement un mur compact sans joints ; soit avec des briques simplement séchées à l'air et qu'on réunissait avec un coulis d'argile ; soit enfin avec des briques cuites, également unies avec un coulis.

Toutefois, dans les parties les plus exposées à la flamme, les foyers par exemple, on employait soit des grès naturels ou tout autre roche résistant bien au feu, soit un mélange de pierres et de briques.

La fosse de Glozel nous donne un remarquable exemple de la construction des anciens fours, construction qui était encore en usage à la fin du XVIII^{e} siècle de notre ère.

On a tout d'abord creusé une fosse dont le fond et les parois ont reçu une épaisse couche d'argile destinée à empêcher les infiltrations dûes aux eaux pluviales ou autres, ce que redoutent toujours les constructeurs de fours. Puis sur ce premier sol, on a posé un dallage en grosses pierres qui fut également recouvert d'une nouvelle couche d'argile battue, constituant ainsi un troisième sol qui fut recouvert de dalles en terre cuite, d'une épaisseur de 5 centimètres assemblées avec de l'argile (fig. 330).

Le four était ouvert à chaque extrémité et les ouvertures se fermaient à l'aide de dalles mobiles (fig. 329), suivant la technique ancienne.

(1) Le frittage consiste à faire subir au mélange vitrifiable (silice et sels alcalins) une première cuisson, à une température de 700-800° environ ; ce frittage n'est en réalité qu'une simple calcination qui facilite, dans une certaine limite, la fusion. Le frittage est aujourd'hui abandonné, sauf peut-être, dans les petites verreries qui ne possèdent pas de fours modernes.

(2) On sait qu'en raison de sa mauvaise conductibilité, le verre doit être refroidi graduellement afin d'éviter sa rupture à la moindre transition de température. Il ne doit pas être non plus refroidi trop lentement car il perdrait sa transparence. Pour opérer la recuisson du verre, on opère dans un four dont la température est voisine du rouge naissant 500°-600°.

Digitized by Google

Les parois de la fosse étaient construits avec un mélange de pierres et de petites briques munies de cupules destinées à assurer, par l'entremise d'un mortier argileux, une cohésion plus parfaite qu'elle n'aurait été avec les briques unies.

On remarquera la faible épaisseur des dalles en terre cuites, 5 centimètres. Les fours de verrerie étant à marche continue, l'argile sous-jacente a subi, sous l'action d'un feu prolongé, un commencement de cuisson.

La superstructure du four nous manque, mais comme le sol du foyer ne porte pas de traces d'un pilier central, qui eût du reste été une gêne pour le verrier, il y avait une voûte sans doute très surbaissée, car la hauteur de ces fours primitifs n'excédaient pas un mètre, y compris le foyer.

Nous sommes donc en présence d'un four ancien n'ayant aucun rapport avec une sépulture.

Nous avons à examiner maintenant si à l'époque Néolithique, on a fabriqué ou même si on aurait pu fabriquer du verre.

Je rappelle brièvement que les plus anciens objets en verre, des perles, trouvés en France proviennent de grottes sépulcrales et de dolmens, et ne remontent pas, par conséquent, au-delà de l'Age du Cuivre. Ces perles étaient importées, comme le furent les menus objets en verre que nous trouvont jusqu'à la fin de la Tène II (300-100 av. l'Ere chrétienne).

Y a-t-il eu des fabriques de verre établies en Gaule pendant la Tène III (100 à l'Ere chrétienne) ? Rien ne permet de l'affirmer, mais on pourrait toutefois faire observer qu'à cette époque les Gaulois pratiquaient l'art d'émailler les métaux.

L'émail n'est autre chose que du verre. Les Gaulois fabriquaient-ils eux-mêmes ce verre. Ce n'est pas probable. L'atelier d'émailleur découvert par Bulliot, au Mont Beuvray, n'a révélé aucun four, mais seulement de petits fourneaux qui semblent bien prouver que l'émail employé était acheté à l'étranger et refondu par petites masses, pour le travail de l'émaillerie.

Je suis fondé à croire que cet émail provenait d'Italie, car l'émail rouge était couramment employé. Or, sa fabrication, difficile parce que le ton rouge était donné par le cuivre réduit en *feu oxydant* à l'état métallique dans la masse vitreuse, était pratiquée par les Romains qui en avait emprunté le procédé aux Egyptiens (1).

Les Gaulois ne paraissent donc pas avoir fabriqué eux-mêmes le verre, malgré leur civilisation très avancée et leurs ingénieuses découvertes, remarquables pour le temps. De sorte que les *premières verreries* ont vraisemblablement été installées sur notre sol par les Romains.

L'industrie du verre est l'une des industries les plus compliquées qui aient été créées par l'homme. Pour des raisons de technique que je ne puis développer ici, entre autre l'emploi obligatoire d'un outillage en métal, *la verrerie ne pouvait être pratiquée par les Néolithiques* qui n'ont connu la céramique qu'au moment où la civilisation du Cuivre a commencé à pénétrer parmi eux.

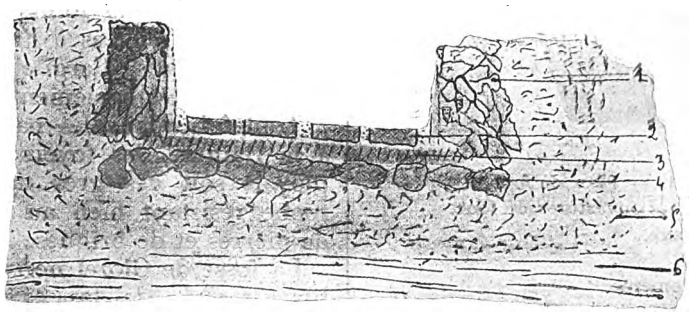


Fig. 330, — Glozel. — Coupe du four
1. — Murs atéraux contenant les petites briques à cupules.
2. — Dallage en grandes briques jaunes.
3. — Sous-sol en terre argileuse cuite sur place.
4. — Grosses pierres plates.
5. — Couche épaisse d'argile non agglomérée
6. — Terre ordinaire.

Conclusion

En datant le gisement de Glozel de l'époque Néolithique, du 2e Age de la Pierre, les archéologues et les géologues se sont basés principa-

(1) Au cours des recherches que j'ai effectuées en Egypte, j'ai pu constater que tous les émaux Romains étaient identiquement les mêmes que les émaux que les Egyptiens fabriquaient, dès la XVIIIe dynastie, dans une gamme très étendue.

Digitized by Google

lèinent sur la fosse qu'ils ont considérée comme une sépulture, et sur les gravures d'animaux, particulièrement des Cervidés, qui ont donné lieu à diverses hypothèses relativement aux espèces qu'ils représentent.

Nous avons vu, au cours de cette brève étude que nous nous trouvions en présence de faits d'ordre technique, susceptibles de fournir des éléments d'appréciation qui ne peuvent être négligés.

Les archéologues et les géologues sont absolument d'accord sur un point important : *il n'existe à Glozel qu'une seule couche archéologique et celle-ci est intacte.* Tous les objets sont donc de même époque. Résumons :

1° La présence d'un aiguisoir qui a été utilisé démontre que le gisement ne peut être antérieur à la connaissance du métal.

2° La schématisation du visage qui paraît avoir été importée de l'Asie Mineure apparaît en Gaule à l'Age du Cuivre. Elle évolue au cours des âges, où on peut la suivre pas à pas, pour devenir, à la Tène (2e Age du Fer), telle que nous la voyons sur le vase de Piedimonte d'Alife (fig. 327). A Glozel, elle subit une nouvelle évolution qui paraît être la dernière.

3° Les idoles ou les fétiches phalliques sont inconnus en Gaule avant l'Age du Fer.

4° La fosse est un four annexe de verrier, un four à fritter qui n'a rien de commun avec une sépulture néolithique.

5° La fabrication du verre a vraisemblablement été introduite en Gaule par les Romains à l'époque de la Tène III. Au 1er siècle avant notre ère, Gaulois et Romains étaient en contact permanent.

A l'époque néolithique, la fabrication du verre était encore impossible, parce que la céramique n'était pas encore connue, si ce n'est peut-être à la fin de cette période. Les préhistoriens, et particulièrement les Allemands, attribuent au Néolithique des poteries qui appartiennent à l'Enéolithique (erreur due généralement à la présence, dans les gisements, de haches polies).

D'autre part, jusqu'à la fin du Bronze, aucune poterie (d'après les quelques milliers d'échantillons que j'ai examinés) n'a été cuite au-delà de 900°. Or, le verre actuel exige, pour pouvoir être mis en œuvre, une température minima de 1200°. A l'Age du Fer, si nous en jugeons par la céramique, la courbe de cuisson s'élève un peu, mais il nous faut arriver à l'époque romaine pour observer des cuissons supérieures à 1000°, dues à une conception très remarquable, pour l'époque, de la construction des fours et de leur fonctionnement pour en obtenir le maximum de rendement au point de vue de la chaleur.

Je rappelle enfin, pour revenir à notre sujet, que le travail du verre exige un outillage en métal.

La conclusion qui se dégage de l'étude des objets dont j'ai recherché l'âge est qu'aucun de ceux-ci ne peut être antérieur à la connaissance des métaux.

Il apparaît donc comme certain que le gisement de Glozel ne peut appartenir au Néolithique. Il ne peut, par son mobilier, se classer au-delà du 1er siècle avant J.-C.

M. Camille Jullian, se basant sur les caractères alphabétiformes inscrits sur les tablettes et les pierres, a fixé une date, —200 +200 de notre ère, ce qui correspond en somme à celle que donne le matériel que j'ai étudié dans cet article.

Quant aux Cervidés gravés qui ont donné lieu à diverses interprétations, rien ne s'oppose à ce qu'ils appartiennent à la fin de la Tène ou même à l'époque romaine.

Une étude technique de l'ensemble des objets trouvés à Glozel permettrait certainement d'apporter des précisions chronologiques. En outre, les fouilles qui se poursuivent, feront peut-être découvrir quelques ruines de sanctuaire ou d'habitation qui fixeront une date précise, mais qui, j'en ai la certitude, sera bien près de celle indiquée par M. Camille Jullian et par moi (1).

Si séduisante qu'ait été l'hypothèse de l'invention de l'écriture et celle du verre à l'époque Néolithique, nous devrons nous résoudre à l'abandonner.

Les grandes inventions qui forment la séparation entre la Civilisation de l'Age de la Pierre et la nôtre; c'est-à-dire la Métallurgie, la Céramique et la Verrerie, sont vraiment le premier pas fait par l'Homme vers la Science. Elle ne sont pas nées spontanément, mais elles résultent d'une somme de connaissances acquises peu à peu, au fur et à mesure de leur diffusion par le commerce et par les guerres. Elles n'ont pu donner des réalisations pratiques que lorsque la civilisation est parvenue à un certain degré d'évolution.

Des trois industries du Feu : la Métallurgie, la Céramique et la Verrerie; la Verrerie est de beaucoup la plus compliquée. La civilisation néolithique ne pouvait encore la connaître.

L. FRANCHET.

(1) La céramique pourra nous donner de très utiles indications. A ce sujet, je rappelle qu'on a trouvé dans la fouille des poteries en pâte vitrifiée. Elles n'ont pu être faites, comme l'a dit M. Van Gennep au Dr Morlet, avec des roches pulvérisées, agglomérées et cuites, mais avec des argiles provenant soit des environs, soit, plus vraisemblablement, de la Nièvre.

Digitized by Google

L'EXPERTISE EN ÉCRITURES ET LA MÉTHODE STATISTIQUE

L'art difficile de l'identification des écritures s'efforce de devenir une science. En systématisant sa méthode, en remplaçant l'appréciation qualitative d'une particularité scripturale par une évaluation quantitative résultant d'une mesure, l'expert moderne s'applique à diminuer la part de l'interprétation personnelle, à asseoir sa déduction sur des données précises et rigoureusement contrôlables.

La technique utilisée par ceux qui se sont le plus résolument engagés dans cette voie repose généralement sur la détermination des moyennes. Pour évaluer, par exemple, le rapport entre la longueur et la largeur de l'o minuscule, on effectue la mesure sur tous les o minuscules du document étudié, et l'on conserve la moyenne arithmétique de tous les nombres obtenus.

Je me propose de montrer ici que l'usage de la moyenne arithmétique n'est pas toujours conforme aux règles de la méthode statistique, et qu'en l'espèce, la technique susceptible de donner le maximum de résultats est différente.

Je ne prétends pas d'ailleurs exposer des idées personnelles. Mes conclusions ne seront que la transposition, dans une catégorie particulière de mesures, de règles qui dominent la métrologie en général et qui sont universellement admises par les expérimentateurs.

***

Donnons d'abord des exemples où la méthode des moyennes est évidemment applicable, et des exemples où elle est, au contraire, manifestement en défaut.

Je suppose que j'aie à mesurer une longueur d'environ 1 mètre, et que je dispose seulement d'un double décimètre pour effectuer cette opération. J'admettrai en outre, pour ne pas compliquer le raisonnement, que le double décimètre est parfaitement exact et n'introduit, par conséquent, aucune erreur systématique. En m'y prenant minutieusement, je puis avoir la longueur cherchée à environ 1 millimètre près. Je répète 100 fois la mesure, toujours avec le même soin. Il est bien certain que je dois ici prendre la moyenne des nombres obtenus. J'ai même grand intérêt à le faire. D'après le calcul des probabilités, la précision de la moyenne arithmétique est, en effet, proportionnelle à la racine carrée du nombre des mesures. Si, avec une mesure, j'ai une erreur à craindre de 1 millimètre, en prenant la moyenne de 100 mesures, la précision se trouve multipliée par la racine carrée de 100, c'est-à-dire 10 : l'erreur fortuite à craindre n'est plus que de 1/10 de millimètre.

Autre exemple : 10.000 pins, de même espèce, ont été plantés la même année, dans un même terrain et avec le même espacement. On mesure leur taille 50 ans après. On obtient des nombres très voisins. La taille moyenne a une signification précise et parfaitement définie. Voilà encore un cas où la méthode de la moyenne arithmétique est applicable. Elle fournit ici un résultat d'un grand intérêt : la taille que l'on peut compter voir atteindre, au bout d'un certain temps, par des pins d'une certaine espèce, plantés dans un certain terrain.

Mais je suppose maintenant qu'après avoir effectué les 100 mesures du premier exemple, je confie la longueur à mesurer à un laboratoire de métrologie. On l'étudiera au comparateur micrométrique. On fera, par exemple, 10 nouvelles mesures qui concorderont à 1/1.000 de millimètre près. Vais-je prendre brutalement la moyenne arithmétique des 110 mesures ? Evidemment non. J'obtiendrais un résultat qui ne serait guère meilleur que le résultat primitif. Les mesures de précision resteraient à peu près inutilisées.

Dans le cas du second exemple, si la forêt de pins est constituée par plusieurs plantations d'âges différents ou d'espèces différentes, la moyenne globale des tailles n'a plus d'intérêt. Si l'on désire avoir des renseignements sur la vitesse de croissance des arbres et le rendement comparatif des espèces, il est nécessaire de calculer séparément les moyennes correspondant à chaque plantation.

***

Peut-on énoncer une règle générale qui indique dans quels cas on peut appliquer la méthode de la moyenne arithmétique, et dans quels cas il ne le faut pas ? Cette règle se déduit presque intuitivement de ce qui précède. On ne peut combiner ensemble, pour en tirer la moyenne arithmétique, que des mesures qui : 1°, ont été effectuées avec la même précision, et 2°, ne présentent entre elles que des écarts *fortuits*, et non des écarts *systématiques*.

Cette règle n'offre pas de difficultés d'interprétation en ce qui concerne l'égalité de précision. Il est clair que des mesures effectuées avec le même soin, par le même observateur, avec le même appareil, répondent à la condition énoncée.

Mais comment distinguer le fortuit du systématique ? N'y a-t-il pas là quelque chose d'arbitraire où intervient un élément personnel qui change avec l'opérateur ?

Non. On peut reconnaître avec certitude, pourvu que le nombre des mesures soit suffisamment grand, si les écarts qu'elles présentent entre elles sont de nature purement fortuite ou s'il existe des causes de variations systématiques. Cette possibilité résulte du fait que les écarts fortuits obéissent à une loi du calcul des probabilités qu'on appelle *loi des écarts de Bernouilli*.

Digitized by Google

Pour faire saisir le sens de cette loi, reprenons l'exemple des 10.000 pins de même âge. Admettons, pour fixer les idées, que la moyenne des tailles soit exactement de 10 mètres, et qu'il y ait 3.000 pins dont la taille soit comprise entre 9 m. 95 et 10 m. 05, 2.000 de taille comprise entre 9 m. 85 et 9 m. 95, etc. On voit qu'on pourra construire une courbe en portant, en abscisse, les tailles et, en ordonnée, les fréquences correspondantes.

Ainsi, le point d'abscisse 10 aura l'ordonnée 3.000, le point d'abscisse 9,90 aura l'ordonnée 2.000, etc. Il est clair que les tailles les moins fréquentes sont celles qui s'écartent le plus de la moyenne. La courbe obtenue présentera donc un maximum d'abscisse 10 et ira en s'abaissant rapidement de part et d'autre de ce maximum.

Lorsque les écarts sont purement fortuits, la courbe a une forme particulière répondant à l'équation dite *équation de Bernouilli*, on l'appelle parfois *courbe en cloche*, à cause de sa forme ; elle est rigoureusement symétrique par rapport à l'ordonnée du maximum. C'est une courbe de ce genre que l'on obtient en groupant des mesures d'une même grandeur, effectuées par le même observateur avec le même appareil, ou en faisant la statistique des tailles des arbres d'une plantation homogène.

*
* *

Lorsque les deux conditions énoncées dans le paragraphe précédent ne sont pas réalisées, il faut se garder de prendre la moyenne. Quelle est alors la méthode à suivre pour tirer le meilleur parti des mesures ?

S'il n'y a pas d'écarts systématiques, mais seulement différences de précision, on affecte chaque mesure d'un *poids*, c'est-à-dire qu'on multiplie tous les nombres par des coefficients d'autant plus élevés que la mesure est plus précise. On ajoute les résultats et l'on divise par la somme des poids.

Cette façon de faire a été discutée et comporte effectivement un certain arbitraire. Comment déterminer exactement le *poids* d'une mesure ? Nous ne nous y arrêterons pas car, dans les applications que nous avons en vue, les mesures sont toutes de même précision.

Arrivons donc tout de suite au cas où les mesures sont comparables au point de vue de la précision, mais présentent entre elles des écarts systématiques. La courbe de fréquence n'est plus alors une courbe de Bernouilli. Nous allons voir, par un exemple emprunté à l'éthnologie, quels sont les renseignements que l'on peut déduire de cette courbe.

On mesure la taille de tous les hommes de même âge d'un groupe ethnique donné. On construit la courbe de fréquence. Elle se rapproche d'autant plus d'une courbe en cloche que la race est plus pure.

Si la population est constituée par le mélange de deux races différentes, on rencontre encore des individus de race pure, mais beaucoup sont le résultat de croisements plus ou moins complexes entre les deux races primitives. La courbe de fréquence des tailles n'est plus symétrique ; elle est comme la combinaison des deux courbes de fréquence symétriques qui correspondraient à chacune des deux races composantes. Dans le cas le plus simple, on constate l'existence de deux maxima réunis par un vallonnement. Les tailles se groupent autour, non plus d'une, mais de deux moyennes.

On voit tout de suite quelles sont les conséquences d'une telle observation. C'est d'abord la preuve absolue que la race est impure ; c'est aussi la révélation du fait que les individus sont des produits de croisement de *deux* races primitives ; c'est enfin la possibilité d'identifier chacune de ces races originelles par son *indice de taille* ; et comme on peut faire des mesures analogues portant, par exemple, sur le rapport entre la hauteur et la largeur de la tête, ou encore entre l'écartement des yeux et la distance des yeux à la bouche, etc., il devient possible de comparer suffisamment d'*indices* pour obtenir des recoupements permettant une identification d'un haut degré de certitude.

*
* *

Le lecteur devine maintenant comment cette méthode pourra s'appliquer à l'étude des graphismes.

Supposons que le document à expertiser soit suffisamment étendu pour qu'on puisse construire avec précision les courbes de fréquence correspondant aux diverses particularités graphiques susceptibles de mesure. Si ces courbes ne sont pas en harmonie avec la loi naturelle du hasard, ce sera la preuve qu'une cause d'écarts systématiques s'est introduite dans l'écriture. Or, lorsqu'une personne déguise son écriture, ou imite l'écriture d'une autre personne, elle subit une tendance inconsciente qui la ramène vers son geste graphique habituel. On doit donc s'attendre à ce que les courbes d'un faux présentent deux sommets : l'un correspondant à l'écriture naturelle du faussaire, l'autre à l'écriture imitée. Dans le cas de l'écriture déguisée, on devra constater l'existence d'un mamelon dissymétrique sur le flanc duquel se dressera une proéminence révélatrice de l'écriture naturelle.

Lorsqu'on soumet la méthode précédente au contrôle de l'expérience, on constate qu'une cause importante de complications intervient : la courbe en cloche, apanage des écarts purement fortuits, ne se rencontre jamais, même dans les écritures naturelles les plus régulières. Il n'y a pas d'espèces graphiques pures. Tou-

Digitized by Google

jours une cause inconsciente ajoute aux écarts fortuits des écarts systématiques.

Le fait est facile à vérifier. Mesurez la hauteur des *e* minuscules d'une page manuscrite. C'est une opération assez rapide si l'on se borne à la précision du 1/10 de milimètre qui est ici bien suffisante. Construisez la courbe de fréquence. Pour y arriver commodément, il suffit de prendre du papier quadrillé, de porter en abscisse les longueurs, — un carré représentant 1/10 de millimètre, — et d'augmenter, pour chaque mesure, de la hauteur d'un carré, l'ordonnée correspondant à la longueur trouvée.

L'opération est assez curieuse à faire. Après 20 ou 30 mesures, on voit déjà la courbe adopter une forme embryonnaire, puis se développer en précisant ses tendances, un peu comme une statue qui sortirait peu à peu de la glaise.

On n'obtient jamais une courbe de Bernoulli. Les nombres, au lieu de se répartir symétriquement de part et d'autre d'une moyenne, — comme les points d'impact d'un bon tireur autour du centre de la cible, — s'espacent davantage d'un côté de l'ordonnée maximum. Souvent même, la courbe présente deux sommets. Cela s'explique d'ailleurs aisément, car beaucoup de personnes ont deux espèces d'*e* : l'une cursive, de petite dimension, utilisée à la fin des mots ou dans certains groupes de lettres très liées, l'autre plus grande et mieux formée, précédée généralement d'une coupure. On pourrait songer à faire un triage avant d'effectuer les mesures, mais cela introduirait un certain arbitraire, et nous verrons d'ailleurs que l'existence de ce deuxième sommet ne gêne pas dans les expertises.

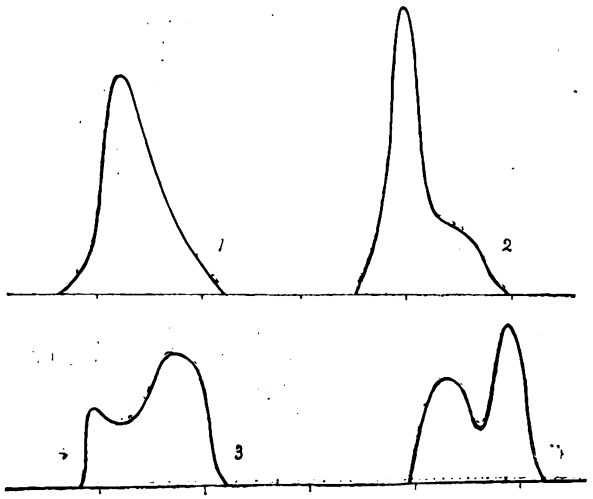


Fig. 331.

La figure 331 montre des spécimens de courbes obtenues. Chacune d'elles résulte d'environ 100 mesures. Après une cinquantaine de mesures, la forme se dessine déjà fort bien, et les nombres suivants ne font qu'en amplifier les dimensions et en régulariser les contours, sans en changer l'aspect général. Si, après avoir fait une première courbe en utilisant une page d'un document, on recommence en utilisant une autre page, les deux courbes obtenues sont très semblables. On est donc en possession d'un moyen permettant de dégager des particularités très subtiles, mais constantes et caractéristiques d'un graphisme donné.

L'expérience montre que l'imitation de ces particularités est en dehors des possibilités d'un faussaire. Voici un exemple qui est, à cet égard, tout à fait concluant. L'imitateur, très exercé et prévenu du genre de contrôle qui serait fait ensuite sur son travail, a recopié, mot pour mot, lettre pour lettre, un certain document manuscrit. On se trouvait donc dans des conditions vraiment exceptionnelles, où toutes les circonstances susceptibles de faire échouer l'expertise avaient été réunies.

La figure 332 donne les courbes de fréquence obtenues en mesurant la hauteur des *e* minuscules. La courbe 1 est relative aux *e* du document authentique, la courbe 2 correspond à

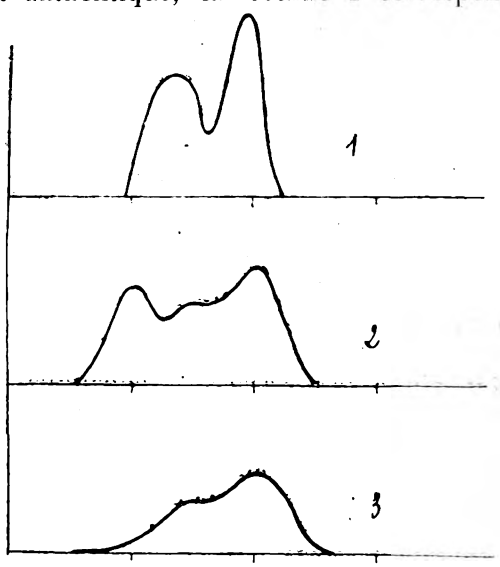


Fig. 332.

l'imitation, quant à la courbe 3, elle est déduite de l'écriture naturelle de l'imitateur.

On voit que la courbe imitée s'éloigne singulièrement de la courbe authentique. On retrouve bien les deux sommets inégaux, mais leurs abscisses ne sont pas exactement les mêmes. La personnalité de l'imitateur se manifeste par un élargissement général, qui rapproche la courbe 2 de la courbe 3, et en outre par l'existence d'une proéminence supplémentaire dont l'abscisse est égale à celle d'un des sommets de la courbe 3.

***

La méthode statistique est donc susceptible de rendre des services à l'expertise en écritures. Mais il est indispensable de l'employer correcte-

Digitized by Google

ment, et il faut aussi ne pas vouloir en tirer des conclusions qu'elle est impuissante à fournir.

Si les courbes de fréquence relatives à deux documents coïncident, c'est un argument vraiment décisif permettant de conclure que les deux documents sont bien de la même main. Notez, en effet, que les mesures que nous avons supposé précédemment être effectuées sur la hauteur des *e* minuscules, — nous avons choisi l'*e* parce que c'est la lettre la plus fréquente dans l'écriture française, — peuvent être répétées également sur d'autres lettres ; qu'on peut évaluer aussi des rapports, tels que le rapport entre la longueur et la largeur des *o*, le rapport entre l'espacement des deux premiers et des deux derniers jambages de l'*m*, etc. On a donc la possibilité d'augmenter, presqu'autant qu'on le veut, le nombre des recoupements. La part du hasard devient alors pratiquement nulle, et l'hypothèse de coïncidences fortuites peut bientôt être rejetée en toute certitude.

Si les courbes divergent, il ne faut pas se hâter d'en conclure que les deux écritures à comparer sont forcément de deux mains différentes. Les causes de variations systématiques sont très nombreuses. Si les documents étudiés ne sont pas contemporains, il faut tenir compte de ce que l'écriture évolue avec l'âge, qu'une maladie, qu'une émotion peuvent la transformer plus ou moins profondément. De telles modifications sont d'ailleurs toujours incomplètes ; elles agissent dans un sens déterminé, et il est possible de les reconnaître. Mais on voit que l'expert ne pourra conclure qu'avec prudence, et après avoir discuté minutieusement toutes les hypothèses possibles.

Il est bien entendu enfin que la méthode statistique ne dispense pas des observations qualitatives, qui conservent toute leur importance. Elle les complète. Son rôle principal est d'analyser, sans introduire aucun arbitraire, les multiples variations de l'écriture, en faisant le triage du fortuit et du systématique. Elle permet en outre de dégager méthodiquement, sous le camouflage, certains caractères très ténus de l'écriture naturelle.

F. MICHAUD,
Docteur ès sciences, Agrégé de l'Université,
Expert près le Tribunal civil de la Seine.

NOTES ET ACTUALITÉS

T. S. F.

Influence de la température sur l'intensité des signaux radioélectriques. — La température a une influence sur l'intensité des signaux radioélectriques : telle est la conclusion à laquelle sont arrivés M. L. W. Austin et Mlle Wymore, du Bureau des Standards. Le travail entrepris était d'ailleurs une partie du programme de l'Union Internationale de Radiotélégraphie scientifique, adopté à Bruxelles en 1922 et exécuté dans les divers pays faisant partie de l'Union.

Il y a deux ans, M. Austin remarqua une très nette augmentation de puissance des signaux reçus à Washington, signaux émis par les stations transatlantiques de la Radio-Corporation à Tuckerton et New-Brunswick, pendant le passage de fronts froids intenses sur les côtes orientales. Une étude plus poussée montre maintenant que si la température s'élève le long du chemin suivi par les signaux, ceux-ci ont une tendance à s'affaiblir, et inversement une chute de température tend à produire un signal plus fort, bien que ces effets de température soient souvent masqués par d'autres influences inconnues.

Des expériences sur les relations existant entre les phénomènes météorologiques et les transmissions radioélectriques nécessitent, autant que possible, des conditions météorologiques uniformes entre les stations émettrice et réceptrice. C'est pour cette raison que l'on choisit pour les essais des distances comprises entre 225 km. et 350 km. de préférence à des distances plus grandes. D'un autre côté, les stations à moins de 200 km. de distance n'auraient pas donné des variations assez sensibles sous l'influence de la température.

Il semble ne pas être douteux que les changements de température ont plutôt une influence sur les ondes réfléchies ou réfractées par la couche Kennely-Heaviside, à 100 km. ou plus au-dessus de la surface terrestre, que sur les ondes qui glissent le long du sol, puisque aucun changement notable d'intensité n'est observé par suite d'une pluie d'assez longue durée, de la présence de la neige, ou de la présence ou de l'absence de gelée sur le sol.

P. ABADIE.

Chimie physique

Inconvénients des indicateurs colorés dans la mesure de la concentration en ions hydrogène. — Quand on veut mesurer le *p*H d'une solution on a le choix entre deux méthodes l'une colorimétrique, très simple, l'autre électrométrique qui nécessite un matériel assez coûteux et une certaine pratique des mesures physico-chimiques. Tous les spécialistes qui ont étudié et appliqué les deux techniques sont d'accord pour reconnaître que si la méthode colorimétrique est très suffisante dans la plupart des cas, elle doit céder la place à la méthode potentiométrique dans les recherches où l'on désire effectuer des mesures de précision ou répéter un grand nombre de fois une expérience dans des conditions rigoureusement identiques de concentration en ions hydrogène. D'ailleurs, quand on veut tenir compte des données numériques obtenues avec les indicateurs colorés il est indispensable de vérifier, très fréquemment, par la méthode électrométrique, les liqueurs salines qui servent à établir les échelles de teintes avec lesquelles on effectue les mesures.

Enfin, il y a des cas, notamment dans les industries biologiques, où l'on ne peut employer que le potentiomètre et l'électrode à l'hydrogène bien qu'on n'ait pas besoin d'une très grande précision. J'en ai donné un exemple à propos de mes recherches sur l'obtention d'acide acétique par fermentation des vinasses de distillerie à l'aide de bac-

Digitized by Google

téries ne travaillant régulièrement qu'à pH = 7. Les vinasses de mélasse que j'étudiais étaient beaucoup trop colorées et trop troubles pour permettre l'emploi des indicateurs tandis qu'il m'a suffi d'ajuster leur réaction par la méthode électrométrique pour augmenter d'un tiers et rendre constant le rendement en acide acétique (1).

Malgré les avantages incontestables de la technique potentiométrique, soit avec l'électrode à hydrogène, soit avec l'électrode à quinhydrone, un grand nombre d'expérimentateurs trés confiants dans leur habileté ne veulent pas voir toutes les causes d'erreur de la méthode colorimétrique et prétendent l'employer dans tous les cas. Leur parti pris est si évident que j'en ai vu me demander de vérifier au potentimètre des mesures qu'ils venaient d'effectuer avec les indicateurs et ne pas vouloir reconnaître que leurs résultats étaient inexacts; pour eux c'était la méthode électrométrique qui était en défaut, bien qu'elle ne soit influencée en rien par l'opérateur et qu'au contraire, dans la méthode colorimétrique, outre l'altération de la teinte des échelles, l'appréciation du pH est sous la dépendance de celui qui effectue la mesure.

De récents travaux, rapportés par M. Mouton dans le *Bulletin de l'Institut Pasteur* (n° 18, 1926, p. 777), viennent d'ailleurs de montrer combien sont importantes les erreurs qui interviennent dans la mesure de l'alcalinité par les indicateurs colorés. Mac Bain, O. Dubois et K. Hay ont constaté que, pour les pH élevés, quand on fait varier la température, l'agent d'alcalinisation, la concentration en électrolytes, les écarts entre deux indicateurs peuvent dans certains cas atteindre, voire même dépasser, deux unités de pH. Ils ont même observé que l'intensité de coloration des indicateurs est nettement influencée par leur concentration. On voit donc comme il faut être prudent, dans certains cas, quand on utilise la méthode colorimétrique et combien il est nécessaire de la contrôler par les données potentimétriques.

Les indicateurs colorés rendent des services considérables dans les circonstances les plus variées; quelquefois, même, on est bien obligé de leur donner la préférence, mais il ne faut attribuer aux chiffres qu'ils permettent d'obtenir qu'une valeur relative et il est nécessaire de toujours préciser dans quelles conditions ont été effectuées les déterminations. Le prix de revient des appareils indispensables pour l'application de la méthode électrométrique est assez élevé et c'est là, actuellement surtout, un gros obstacle à leur diffusion; mais il est curieux de remarquer que ce n'est pas en général cet argument qu'invoquent les partisans des indicateurs. Ils parlent toujours de la complication des mesures électrométriques; cependant celle-ci n'a pas empêché un grand nombre de biologistes d'entreprendre l'étude des techniques potentiométriques dès qu'ils se sont rendu compte qu'elles seules permettaient d'effectuer des mesures précises. Il faut être éclectique et savoir en cela imiter Sörensen et Clark. Chacune des deux méthodes a ses avantages et ses inconvénients; ce qui est le plus sage, répétons-le, c'est de tirer parti des indicateurs dans tous les cas où c'est possible et d'avoir recours à la méthode électrométrique comme moyen de contrôle, ou chaque fois que la constance des mesures et une réelle précision sont indispensables. A. Berthelot.

(1) *Revue scientifique*, 11 mars 1922, p. 167.

Photochimie

Les réactions photochimiques. — L'étude des réactions photochimiques, c'est-à-dire des rapports du rayonnement et de la matière, est une de celles qui, à l'heure présente, retiennent principalement l'attention. En octobre 1925, la Société Faraday convoquait à Oxford, des photochimistes de tous pays, Angleterre, France, Etats-Unis, Inde, Danemark, Pays-Bas, Allemagne, Suisse, pour une discussion générale de la question (1).

Le mécanisme photochimique n'est pas encore élucidé, malgré les efforts répétés des expérimentateurs. D'après la loi de l'équivalence photochimique, énoncée en 1912 par Eintsein, la réaction photochimique résulterait de l'absorption, par la molécule, d'un quantum de lumière $h\nu$, en désignant par ν la fréquence, et par h la constance de Planck, éale à 6,55, 10^{-27}. Le produit $h\nu$ représente la moyenne de l'énergie absorbée par molécule décomposée.

La loi d'Einstein ne paraît pas d'une application générale, car, dans certains cas, un quantum intéresse beaucoup plus de molécules qu'elle ne permet de le prévoir. C'est ce qu'on constate, par exemple, dans la formation de l'acide chlorhydrique, à partir de gaz chlore et d'hydrogène. Le mélange de ces deux gaz, sans action l'un sur l'autre dans l'obscurité, fait explosion dès qu'il est exposé à la lumière. La présence d'impuretés, notamment de vapeur d'eau, est-elle ou non nécessaire à la réaction, c'est ce qu'on ne saurait encore décider, à défaut de distinguer les effets de la réaction lumineuse primaire de ceux des réactions chimiques secondaires. Dans ses recherches ultérieures, Einstein devait tenir compte des conceptions théoriques de Bohr, selon lesquelles l'émission ou l'absorption d'un quantum de lumière, correspond à une élévation ou à un abaissement de niveau d'un des électrons périphériques de l'atome.

Les hypothèses à envisager sont nombreuses. La particule absorbante est susceptible d'être, soit une molécule, soit un atome, soit un électron. Il se peut que, dans les réactions secondaires amenées par les collisions, il y ait formation de composés instables. Il se peut encore que l'énergie ne se transforme qu'en mouvement thermique. Les collisions amèneraient, soit un relâchement des électrons, soit une dissociation complète par rupture des liaisons, effets qui seraient fonction de la température.

La plupart des photochimistes considèrent que les molécules irradiées ne sont pas toutes actives. En général, ils attribuent aux collisions un rôle important. Pour certains d'entre eux, comme Franck, l'effet primaire se réduirait à une activation de la molécule ou de l'atome. Il y a également lieu de faire intervenir et la transparence de la substance, qui limite la pénétration et l'absorption, et la concentration, qui règle le libre parcours et l'intervalle des collisions. Pour une réaction donnée, si l'énergie de seuil est une donnée de l'observation, on ne peut d'autre part se mettre d'accord, ni sur le mode de transfert de l'énergie, ni sur la signification effective des bandes d'absorption, habituellement attribuées à la formation de composés.

Aux réunions d'Oxford, présidées par le Prof. F. G. Donnan, des points de vue intéressants ont été développés par A. J. Allmand, M. Bodenstein, J. Franck, F. A. Lindemann, R. Luther, L. S. Ornstein, E. Weigert, tous d'accord, en dépit de leurs divergences partielles, pour regarder la loi d'Einstein comme des plus suggestives pour la recherche. H. Kautsky a encore décrit des phénomènes très curieux de chimie-luminescence. Dans l'une d'elles, sur la chimie-luminescence du silicium, on agitait dans l'acide chlorhydrique le solide jaune correspondant à la formule $Si^6O^3H^6$, et il suffisait d'ajouter au mélange quelques cristaux de permanganate de potassium, pour obtenir une luminosité brillante d'une demi-minute environ. Pour Kautsky, la chimie-luminescence serait l'inverse d'une réaction chimique. S. V.

(1) *Engineering*, 23 octobre 1925.

Digitized by Google

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

L'industrie du pétrole en 1925 en Roumanie. — L'industrie du pétrole est une des plus grandes richesses de la Roumanie, elle vient immédiatement après l'agriculture et le bois. En 1925, la situation de l'industrie du pétrole s'est grandement améliorée probablement par suite des nombreux capitaux étrangers qui ont été placés dans cette industrie et par suite des modifications apportées aux restrictions d'exportation. La production de pétrole a fortement augmenté, mais on s'est trouvé en présence des difficultés de transport. On n'a construit aucune nouvelle pipeline pour aboutir au port de Constanza et les anciennes sont en si mauvais état que leur capacité est réduite au quart des chiffres primitifs, c'est-à-dire 600 tonnes par jour au lieu de 2.500. Dans cette année, on a exécuté 225.000 mètres de forages contre 166.936 en 1924 et 123.260 en 1923. En 1913, les forages ne s'élevaient qu'à 95.000 mètres. Cette année, on espère arriver à des chiffres records. Le tableau ci-dessous montre l'augmentation dans les forages durant ces trois dernières années, en 1924, on est arrivé aux chiffres d'avant-guerre et en 1925, on les a dépassés.

1er avril-31 mars 1913-1914	1925	1924	1923
tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
1.847.875	2.316.000	1.860.471	1.512.302

Les exportations en 1925 ont atteint des valeurs bien plus élevées qu'en 1924, voici le tableau comparatif :

	1925 tonnes	1924 tonnes	1923 tonnes
Résidus (huile à brûler)	146.314	34.918	36.524
Pétrole raffiné (kérosène) ..	329.842	211.729	200.149
Benzine (pétrole)	265.221	162.879	159.581
Huile minérale (graissage) ..	41.224	26.364	16.676
Total	783.101	435.890	412.930

Voici les chiffres concernant le nombre de sondes :

	Sondes exécutées à la main		Sondes faites mécaniquement	
	1924	1923	1924	1923
Abandonnées	814	918	1.015	924
Suspendues	742	716	776	763
En fonçage	453	383	705	703
Productrices	321	307	1.056	911

Board of Trade Journal 9-9-1926.
E. P.

Métallurgie

Le traitement thermique Sandberg des rails aux usines d'Hagondange. — La fig. 333 représente l'installation que l' « Union des consommateurs de produits métallurgiques » vient de terminer dans ses usines d'Hagondange. C'est la première application, en France, d'un procédé en faveur aux Etats-Unis et en Angleterre et qui a pour effet de prolonger — de beaucoup — la durée des rails dans les parties les plus fatiguées de la voie.

Les rails encore chauds à la sortie du laminoir sont amenés à la partie inférieure du large caisson représentée sur la figure; de petits orifices, très rapprochés les uns des autres, laissent passer des filets d'eau dispersés en brouillard par une injection d'air sous pression convenablement réglée. Ce brouillard frappe le dessus du champignon du rail dont le refroidissement est accéléré jusqu'au moment où le rail est éloigné de l'appareil.

Si l'on prend soin de commencer le traitement à une température supérieure au point de transformation du métal — vers 830-850° pour l'acier dur à rails — et de le terminer de sorte que la température finale soit d'environ 100°, cela pour que la chaleur du centre du champignon produise un revenu de la zone superficielle traitée le plus énergiquement, on obtient non la texture martentique qui caractérise la trempe, mais la texture *sorbitique* et l'on évite, ainsi, grâce au refroidissement graduel, la fragilité qui résulte de tout traitement thermique brutal.

L'effet du traitement se fait sentir d'une façon décroissante de la table du roulement à la base du rail et la dureté, maximum à l'endroit où cela est nécessaire pour la durée, décroît ensuite régulièrement.

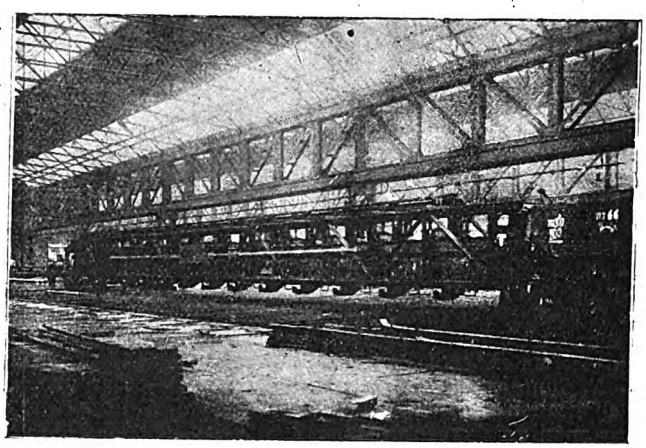


Fig. 333. — Appareil Sandberg pour le traitement thermique des rails

Le refroidissement n'est pas limité au champignon : le courant d'air humide lèche l'âme et le patin, ce qui empêche leur fragilité, cela pour les raisons suivantes :

1° On ne peut craindre les tensions internes qui se développeraient fatalement à la jonction d'un champignon contracté par le refroidissement avec une âme non refroidie;

2° L'accélération du refroidissement de la base du champignon et de la jonction de l'âme et du patin, parties assez épaisses dont le refroidissement naturel serait lent, donne au métal un grain plus fin qui empêche la fissuration et les accidents qu'elle entraînerait;

3° On évite le cintrage du rail après refroidissement total (on sait que ce cintrage rend concave le champignon des rails non traités et convexe le champignon des rails traités seulement à la surface).

Cette suppression du cintrage est essentielle; dans certains cas, le rail peut prendre une flèche qui dépasse 1 mètre pour des rails de 18 mètres de longueur et il est bien évident que cette cambrure excessive dont M. Merklen, ingénieur en chef des chemins de fer d'Alsace-Lorraine, a signalé les dangers peut entraîner des fissurations pendant le redressage des rails à froid.

Cette circonstance défavorable ne se produit pas avec l'installation d'Hagondange; après refroidissement, la flèche des rails est nulle ou au plus égale à 200 m/m., les tensions provoquées pendant le redressage sont insignifiantes.

A l'aide de l'appareil représenté (fig. 333) on peut appliquer le procédé Sandberg à n'importe quelle nuance d'acier depuis 55 kg. jsuqu'à 85 kg., de façon à obtenir des nuances de métal résistant de 65 à 100 kg. par m/m².

Digitized by Google

La question des caractéristiques désirables pour l'acier des rails est controversé mais, dans les conditions actuelles des fabrications, il est bien évident que le métal traité paraît le plus satisfaisant en raison de son maximum de résistance à l'usure et des garanties qu'il présente contre la fragilité, ainsi qu'il résulte des expériences longuement poursuivies à l'étranger.

En vue des essais pratiques que les grands réseaux français vont entreprendre sur des parcours très fatigués, les usines d'Hagondange ont fabriqué plusieurs nuances de rails, ce qui permettra de fixer les idées des ingénieurs et des métallurgistes sur une très importante question d'où dépendent, notre sécurité en chemin de fer et le prix de revient des transports. EDMOND MARCOTTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 octobre 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Gevrey.* — **Sur certaines propriétés des fonctions harmoniques et leur extension aux solutions des équations aux dérivées partielles linéaires.**

— *Pierre Humbert* (transm. par M. Paul Appell). — **Sur l'équation du prépotentiel plan.**

— *Paul Urysohn* (prés. par M. Hadamard). — **Exemple d'une série entière prenant, sur son cercle de convergence, un ensemble de valeurs non mesurable B.**

— *N. Gunther* (transm. par M. Hadamard). — **Sur une application des fonctions universelles de M. A. Korn.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. S. Besicovitch* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur les propriétés géométriques fondamentales des ensembles plans de points linéairement mesurables.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Alfred Rosenblatt.* — **Sur certains mouvements irrotationnels des liquides visqueux.**

MAGNÉTISME. — *R. Forrer* (transm. par M. Pierre Weiss). — **La structure de l'aimant atomique. La rotation et le renversement du multiplet.**

Dans un champ positif intense, le multiplet est fermé (aimantation à saturation). Pendant la décroissance du champ intense le multiplet s'ouvre et l'aimantation s'approche de la valeur de la résultante. Quand le champ faible tend vers zéro, le multiplet tend à occuper la position normale la plus voisine (aimantation rémanente). Un champ négatif faible fait tourner les multiplets : l'aimantation diminue encore. Lorsque les lignes d'instabilité sont franchies, les multiplets sont renversés par rotation (région de variation rapide) : l'aimantation devient négative. Les champs négatifs croissent, les résultantes prennent la direction du champ, puis le champ devenant très intense, les constituants des multiplets se rapprochent de nouveau. Ces mécanismes auxquels l'auteur a rapporté les différentes régions des cycles doivent se répercuter sur les phénomènes dépendant de l'aimentation (par exemple la résistance électrique) et l'étude de ceux-ci doit permettre de contrôler les idées directrices.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Verney* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur un appareil pour la conduite automatique des fours.**

Une planchette sur laquelle on a dessiné, en fonction du temps, la courbe des températures du four, au moyen d'un ruban en cuivre rouge, se déplace d'un mouvement continu et uniforme sur deux règles en laiton. D'autre part, un archet horizontal, composé de deux tubes en cuivre, montés sur le même axe, peut se déplacer sur la courbe en cuivre suivant les ordonnées de cette courbe. L'archet est mû par un chariot mobile conduit par une vis sans fin actionnée par un petit moteur électrique. La vis embraye une roue dentée fixée sur la tête de torsion d'un galvanomètre spécial alimenté par le courant d'un couple thermo-électrique placé dans le four dont on veut régler la température.

L'auteur explique le fonctionnement de l'appareil et donne une figure explicative.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **De l'influence du corroyage sur les propriétés mécaniques des alliages de cuivre et des alliages d'aluminium.**

Les recherches de l'auteur montrent l'influence considérable du corroyage sur les propriétés mécaniques des alliages de cuivre et d'aluminium qu'il a étudiés. Le maximum de cette influence se trouve pour les laitons au degré de corroyage 1.9, et un peu plus élevé par les alliages d'aluminium.

Il y a une différence très accusée entre les résultats donnés par les éprouvettes prélevées dans le sens du laminage ou dans le sens perpendiculaire.

Il y a un très grand avantage à atteindre un certain degré de corroyage, mais il y a intérêt à ne pas dépasser certaines limites.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Pierre Bedos* (prés. par M. Moureu). — **Sur quelques nouvelles réactions de l'oxyde de cyclohexène.**

Par l'action des halogénures alcooliques sur l'oxyde de cyclohexène, l'auteur a obtenu les cyclohexanols alcoxylés et halogénés suivants : le méthoxy-2-iodo-1-cyclohexane, l'éthoxy-2-iodo-1-cyclohexane, l'éthoxy-2-bromo-1-cyclohexane et le propyloxy-2-bromo-1-cyclohexane.

Par l'action d'halogénures d'acides sur l'oxyde de cyclohexène, il a obtenu les éthers suivants : l'acétate d'ortho-chlorocyclohexanol, le proprionate d'ortho-chlorocyclohexanol et l'acétate d'ortho-bromocyclohexanol.

Tous ces composés se présentent sous forme de liquides incolores, mobiles.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel* (prés. par M. F. Wallerant). **L'analyse thermique des chlorites.**

Les recherches de l'auteur montrent qu'il n'y a pas toujours équivalence entre les phénomènes endothermiques présentés par la plupart des chlorites vers 600° et 800°; alors que le second départ est moins important ou même n'existe pas dans les clinochlores et les pennines, il a en général la même importance que le premier dans les protochlorites. D'autre part, il semble que le chrome et le fer ferreux rapprochent les températures de départ et que l'augmentation de la teneur en fer a en outre pour effet de les abaisser. Si l'on admet, avec Tschermak que les chlorites sont des mélanges isomorphes d'antigorite et d'amésite, il paraît bien difficile d'interpréter la disparition, dans ceux-ci, du phénomène exothermique qui se produit à 750° dans l'antigorite, et du départ à 650° qui a lieu dans l'amésite. Il semble plutôt qu'on se trouve en présence d'hydrates complexes de constitutions chimiques voisines.

L. FRANCHET.

VOLCANOLOGIE. — *Mlle Marcelle Philibert.* — **Sur l'ouverture d'une bouche effusive spéciale dans le cratère du Vésuve.**

L'intérêt spécial de cette bouche consiste dans son indépendance du « conetto » éruptif. D'après le Prof. Malladra, elle est la première de ce genre au cours de la période éruptive actuelle. Sa position est intéressante :

Digitized by Google

elle se trouve sur la verticale de l'ancien « avvallamento » du nord-est du fond du cratère.

L'apparition de cette bouche effusive montre que le Vésuve, malgré son apparence générale d'uniaxissité, n'échappe pas à la règle, sans doute générale, de la « subdivision digitale » de l'axe éruptif dans sa partie supérieure, avec une tendance des bouches à persister longtemps dans les mêmes positions, fait si caractéristique au Stromboli.

PALÉONTOLOGIE. — *Henri Leenhardt* (transm. par M. Joubin). — **Snr le *Placosaurus*** (Gervais).

Ayant dégagé la tempe gauche du *Placosaurus* qu'il possède pour vérifier la position du squamosal et du surtemporal nettement abîmés dans la tempe droite, l'auteur croit devoir conclure que *Placosaurus* est, non un Hélodermatide, mais très nettement un Anguide.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mme Anna Drzewina* et *Georges Bohn* (prés. par M. Ch Gravier). — **Action antagoniste de l'argent et de l'étain métalliques sur les êtres vivants.**

Placées dans un godet en argent, ou sur une lame d'argent, les *Convoluta* ne tardent pas à succomber. Toutes choses égales d'ailleurs, l'action de l'argent est fonction de sa masse. Par le fait du contact avec une lame d'argent, une lamelle désactivée redevient active, comme si elle se rechargeait. Si on plonge la lame d'argent dans un godet en étain, les *Convoluta* continuent à y vivre pendant des heures : l'étain désactive l'argent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *E. Aubel* (prés. par M. Molliard). — **Sur le méthylglyoxal considéré comme intermédiaire au cours de la dégradation du glucose par les micro-organismes.**

Admissible comme précurseur de l'acide lactique, le méthylglyoxal ne joue aucun rôle dans la genèse de l'acide pyruvique.

On doit admettre que le dédoublement de glucose par le *Coli* et la levure de Cramant se fait suivant le schéma glucose :

acide pyruvique + H^2 = 15600 cal.

(méthylglyoxal + H^2O) → acide lactique + 29000 cal. environ.

MICROBIOLOGIE. — *Constant Mathis* (prés. par M. F. Mesnil). — **Virulence pour l'homme du Spirochète de la musaraigne.**

Dans les expériences de l'auteur, le Spirochète de la musaraigne s'est montré virulent pour l'homme. Il a déterminé une infection très nette caractérisée cliniquement par une courbe thermique du type récurrent, mais avec des irrégularités. Une particularité intéressante est l'absence de spirochètes visibles à l'examen direct du sang qui n'en était pas moins infectant pour les animaux sensibles.

Quelle que soit l'hypothèse émise relativement à la présence d'un spirochète pathogène pour l'homme chez un insectivore, il faut bien admettre que la musaraigne joue le rôle de réservoir de virus.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Auguste Lumière* et *Mme J. Enselme* (prés. par M. Roux). — **Suppression des chocs anaphylactiques par anesthésie des terminaisons nerveuses endo-vasculaires.**

D'après la théorie des chocs anaphylactiques formulée par l'un des auteurs, la crise que l'antigène déchaîne résulte de l'excitation des terminaisons endovasculaires du sympathique par le floculat qui se forme au moment où cet antigène entre en contact avec le sérum du sujet sensibilisé.

Si cette conception est exacte, on doit pouvoir atténuer ou supprimer les chocs en diminuant la sensibilité du réseau nerveux endothélial au moyen des anesthésiques locaux. C'est ce que l'expérience a permis aux auteurs de vérifier, en choisissant l'allocaïne pour réaliser l'inhibition sympathique, ce composé étant dépourvu d'action vaso-motrice.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Charles Lebailly* (prés. par M. Roux). — **Expériences concernant le virus aphteux.**

On distingue dans le virus aphteux deux virus, le virus *O* et le virus *A*. Il s'agit de deux virus ayant un pouvoir pathogène différent, mais dont l'action se manifeste par des symptômes identiques. Les animaux, ayant fait une maladie à virus *O* ou *A*, ne peuvent pas être réinfectés pendant plusieurs mois avec le même virus. Ils ont acquis l'immunité vis-à-vis de lui; ils restent sensibles à l'autre souche.

La congélation est le meilleur moyen de conservation du virus aphteux. La virulence peut être conservée pendant 6 à 8 mois. P. Guérin.

Séance du 11 octobre 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Flamant* (transm. par M. Emile Borel). — **La continuité des transmutations distributives et l'extension d'une transmutation définie pour les polynomes.**

CALCUL INTÉGRAL. — *T. Rado* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur le calcul de l'aire des surfaces courbes.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* (prés. par M. Hadamard). — **Application de la quantification déduite de la gravifique einsteinienne.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *Paul Dumanois* (prés. par M. Rateau). — **Sur l'importance du rendement de combustion dans les moteurs à explosion.**

Pour étudier le rendement économique d'un carburant, la connaissance du pouvoir calorifique est absolument insuffisante et il faut introduire la notion du rendement de combustion dans lequel interviennent à la fois la constitution physique du mélange et ses propriétés chimiques vis-à-vis des phénomènes limitateurs de compression.

PHOTOCHIMIE. — *L. Meunier* et *G. Rey* (transm. par M. V. Grignard). — **Action des rayons ultra-violets sur la laine.**

Sous l'action des rayons ultra-violets, la labilité du soufre de la laine est considérablement accrue et le soufre libéré est transformé principalement en acide sulfureux qui peut ensuite s'oxyder partiellement à l'état d'acide sulfurique.

Les auteurs ont étudié les réactions obtenues avec les tests au nitroprussiate d'Arnold, à la quinone, à l'alloxane et à la ninhydrine, aux dérivés nitrés.

Ils ont constaté, au point de vue des applications, que les pointes de laines recevant davantage de lumière que le corps de la fibre, ces pointes se comportent différemment vis-à-vis des réactifs.

L'action des rayons ultra-violets fait disparaître la fluorescence violette que présente la laine avant insolation; lorsqu'on l'examine à la lumière de Wood.

L'examen des propriétés tinctoriales de la laine insolée comparativement à celles de la même laine avant insolation, a fait voir que, contrairement à ce qu'a dit Von Bergen, il n'a pas été possible d'établir une relation entre la constitution de la matière colorante et l'augmentation ou la diminution de teinte sur la partie insolée. La règle qu'il a proposée paraît présenter trop d'exceptions pour qu'on puisse la retenir.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W.-J. Richards* (transm. par M. J. Perrin). — **Effets des rayons alpha sur les solutions sursaturées.**

On peut obtenir en milieu liquide des solutions sursaturées de solides, de liquides et de gaz. La cessation

Digitized by Google

de la sursaturation est fonction de deux facteurs indépendants : l'apparition de germes et la solubilité des germes une fois formés.

Solides. — Electrolytes dans l'eau avec coefficients de température de solubilité positifs et négatifs. Résultats négatifs.

Non électrolytes dans l'eau : pour le sucre, la faible radiation utilisée ne favorisait pas la formation de germes.

Liquides. — Une solution sursaturée de paraffine dure dans le tétrachlorure de carbone : la sursaturation semble détruite par les rayons α au voisinage de la limite de métastabilité.

Gaz. — Il naît deux fois plus de bulles sur une surface d'argent activée que sur une surface égale inactive, pour un abaissement donné de pression au-dessus d'une solution aqueuse de gaz carbonique saturée à la pression atmosphérique.

Précipitations chimiques. — L'auto-oxydation du chlorate d'argent est accélérée par les rayons α, mais la sensibilité est insuffisante.

— *Louis Grenet* (transm. par M. G. Charpy). — Sur les états limites des alliages.

Les ferroaluminiums et les ferrosiliciums riches en fer, les ferrocobalts et les ferronickels existent sous deux états cristallins, l'état γ (réseau cube à faces centrées) et les états α et β (cube centré). On n'a jamais observé dans l'étude des alliages ferreux de forme intermédiaire entre les états α et γ, mais au voisinage des états limites, il suffit de faibles pressions pour faire varier les paramètres, et comme un agrégat de cristaux ne peut subsister sans dislocation que si la forme cristalline ne varie pas, on peut admettre qu'il se produit fréquemment une sorte de compromis entre le maintien de la forme du réseau avec parfois quelques distorsions et le maintien de la texture micrographique avec parfois des traces d'efforts rendant apparents les plans de clivage.

Pour admettre l'évolution continue de la phase α à la phase γ, il faut admettre que ces phases ne sont que pseudo-cubiques ou qu'une déchéance d'éléments de symétrie autres que le centre précède la transformation.

— *M. Ballay* (prés. par M. L. Guillet). — Le phénomène de Ludwig-Soret dans les alliages.

L'effet Ludwig-Soret se fait sentir très nettement dans les alliages liquides et solides. Il convient donc d'en tenir compte dans une discussion générale du phénomène de ségrégation en se souvenant toutefois qu'il agit lentement et que la conductibilité thermique des alliages s'oppose, en général, à l'établissement des températures très différentes dans un bain liquide.

CHIMIE MINÉRALE. — *V. Grignard* et *P. Muret*. — Sur le chlorure de pyrosulfuryle.

Les auteurs ont préparé le chlorure de pyrosulfuryle sensiblement pur, bouillant à 57°, sous 30 mm. et à 52°, sous 15 mm. A la pression ordinaire, il bout vers 140°, en se décomposant un peu.

Jusque vers 200°, en présence de SO^2 ou de Cl^2, la décomposition du chlorure de pyrosulfuryle est très faible. Au-dessus de cette température, la décomposition augmente en donnant d'abord SO^3 et SO^2Cl^2, réaction irréversible. Puis SO^2Cl^2 se dédouble, par dissociation, en SO^3 et Cl^2, et, vers 360°, le dédoublement en $SO^3 + SO^2 + Cl^2$ est presque complet.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Husenfratz* et *R. Sutra* (prés. par M. Charles Moureu). — Sur quelques dérivés du harmalol et du harmol.

Le harmalol et le harmol peuvent se former avec SO^4H^2, soit des sulfates peu solubles, soit des acides sulfoniques, corps fluorescents, notamment l'acide harmalolsulfonique qui, en solution alcaline, présente une fluorescence comparable à celle de la fluorescéine. L'action du brome conduit à des dérivés monobromés de substitution : le bromoharmalol dans le cas du harmalol et deux isomères, le bromoharmol et l'isobromoharmol dans le cas du harmol. Il convient de signaler la transformation de l'isobromoharmine et de l'isobromoharmol en leurs isomères correspondants : la bromoharmine et le bromoharmol.

— *Marcel Frérejacque* (prés. par M. Charles Moureu). — La vaillantite, agent de sulfométhylation. Obtention d'un nouvel acide camphre-sulfonique actif.

En faisant réagir la vaillantite sur le camphre, l'auteur a obtenu le camphre-sulfonate de méthyle qui a les propriétés habituelles des sulfo-éthers ; insolubilité dans l'eau, difficulté de saponification ; il est soluble dans la soude.

Cet éther camphre sulfonique est bien cristallisé et très stable. Hydrolisé, il donne l'acide correspondant, très soluble et tout à fait comparable aux autres acides camphre-sulfoniques. Pouvoir rotatoire $M_D = +194$.

— *H. Prophète* (prés. par M. Moureu). — Contribution à l'étude des cires de fleurs ; cire de Roses. Étude de l'insaponifiable.

Composition de la cire de rose rapportée à 100 gr. : eau, 0,68 ; non gras 0,1 ; acides solubles, 1,6 ; acides insolubles saturés, 10,6 ; acides insolubles non saturés, 6,4 ; acides alcools, 3,2 ; alcools, 20,2 ; carbures, 56,5.

Alcools : pseudocérylique, 3 p. 100 ; $C^6H^{12}O$, 8 p. 100 ; isocérylique, 6 p. 100 ; $C^{10}H^{20}O$ (P.F. 49°5), 1,5 p. 100 ; $(C^{10}H^{20}O)$ (P.F. 43°), 1 p. 100 ; alcool non saturé, 0,4 p. 100.

Carbures saturés : triacontane, 6 p. 100 ; heptacosane, 15 p. 100 ; hexacosane, 8 p. 100 ; tricosane, 6 p. 100 ; docosane, 6 p. 100 ; hénicosane, 2 p. 100 ; eicosane, 8 p. 100 ; hexadécane, 0,5 p. 100.

Carbures non saturés : La cire retient de petites quantités de carbures non saturés que nous avons pu isoler par transformation en deux dérivés bromés fondant à 27° (3 p. 100) et à 38°5-39° (2 p. 100).

L. Franchet.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Henri Jumelle*. — Nouvelles observations sur le tabac tombak.

Des graines de tombak, d'origine persane, cultivé depuis quelques années en Tripolitaine, dans l'oasis de Gabès, ainsi qu'au Jardin botanique de Marseille, appartiennent nettement au *Nicotiana rustica*. Les plants cultivés à Gabès, à la capacité de 40.000 à l'hectare, ont une teneur de 6 à 12 p. 100 d'alcaloïde. Or, le tombak des Abouites ne doit pas donner plus de 2,5 à 3 p. 100 de nicotine.

L'auteur pense que le terme de « tombak » correspond, non à un tabac, mais à une catégorie de tabacs. Par suite de l'insuffisance de la production en France, de la nicotine, M. Jumelle estime qu'il y aurait lieu de cultiver le *Nicotiana rustica*, en raison de sa grande richesse en alcaloïde.

BOTANIQUE. — *Germain Chalaud* (prés. par M. Molliard). — Première phase de l'évolution du Gamétophyte de *Fossombronia pusilla* (Dum.)

Dans le genre *Fossombronia* Raddi et probablement dans un grand nombre d'Hépatiques, la division du gamétophyte en protonéma et plante adulte, est loin d'être aussi nette que chez les Mousses. Le protonéma, au lieu d'être un organe parfaitement individualisé, est parfois

Digitized by Google

à peine ébauché ou réduit à un court filament cloisonné. Il est suivi d'un massif cellulaire, puis d'une pousse cylindrique non feuillée à caractères primitifs, passant insensiblement à la plante adulte.

PHYSIOLOGIE. — *Jean-Jacques Trillat* (prés. par M. Roux). — **Action des rayons X de grande longueur d'onde sur les microorganismes** (cas du *B. prodigiosus*).

L'auteur a recherché l'action des rayons de grande longueur d'onde sur les microorganismes, en utilisant des tubes à grande puissance fonctionnant sur pompe. Il a constaté une action très nette des radiations utilisées sur le développement du *B. prodigiosus*.

PHARMACODYNAMIE. — *Auguste Lumière* et *Félix Perrin* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur une nouvelle classe d'hypnotiques : les dialcoylphénylacétamides.**

Il résulte de ces recherches que les dialcoylphénylacétamides jouissent bien de propriétés hypnotiques. Il convient toutefois de formuler quelques réserves, en ce qui regarde leur emploi, étant donné que le rapport de la dose efficace à la dose toxique est un peu trop élevé, que certaines de ces amides ne sont pas dépourvues d'action secondaire défavorable et que leur action est tardive.

Ces inconvénients paraissent liés, dans une certaine mesure, à la présence d'un noyau aromatique dans la molécule, ce qui confirme encore les faits observés généralement dans le cas des autres classes d'hypnotiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Javillier* et *H. Allaire* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Bilans et rapports phosphorés des tissus.**

Les auteurs indiquent la répartition du phosphore dans les organes d'un cheval de 18 mois ainsi que les rapports phosphorés dans ces organes. Les valeurs du rapport *P. lipidique* varient entre elles de 1 à 5, celles du rapport $\frac{\text{P. min} + \text{P. ind.}}{\text{P. total}}$ de 1 à 8; celles, plus espacées, du rapport $\frac{\text{P. nucl.}}{\text{P. total}}$ de 1 à 58; celles, plus espacées encore, du rapport $\frac{\text{P. nucl.}}{\text{P. lipid.}}$ de 1 à 309.

P. Guérin.

Séance du 18 octobre 1926

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Léon Perney* (prés. par M. Lecornu). — **Sur les équations aux dérivées partielles et les équations intégro-différentielles linéaires à une infinité de variables.**

— *Leonida Tonelli* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les séries doubles de Fourier.**

— *G. Cerf* (prés. par M. Goursat). — **Sur les caractéristiques des équations aux dérivées partielles du premier ordre.**

— *André Roussel* (prés. par M. Goursat). — **Sur certains problèmes isopérimétriques.**

GÉOMÉTRIE. — *Paul Alexandroff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la dimension des ensembles fermés.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *H. Galbrun* (prés. par M. Paul Painlevé). — **Sur la propagation d'une onde sonore dans l'atmosphère.**

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Toussaint* et *E. Carafoli* (prés. par M. Paul Painlevé). — **Sur la théorie des ailes sustentatrices.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur les équations d'origines diverses qui peuvent affecter les corrections de pendule Cp adoptées au Bureau international de l'Heure (B. I. H.); année 1925.**

SPECTROGRAPHIE. — *A. Dauvillier* (prés. par M. M. de Broglie). — **Découverte des séries caractéristiques O et N de basse fréquence. Jonction spectrographique entre les rayons X et l'ultraviolet extrême.**

L'auteur, dans deux Notes antérieures, a décrit une méthode spectrographique applicable aux rayons X de grande longueur d'onde (*C. R.*, 182, 1926, p. 1083, et 183, 1926, p. 193). Il a utilisé cette méthode pour la recherche des séries caractéristiques O et N de plus basse fréquence encore inconnues, en s'adressant à un élément lourd (tel que le thorium), à numéro atomique élevé et structure électronique interne complète. Les essais effectués avec des cathodes de tungstène thorié et des anodes de thorine ne donnèrent aucun résultat. Avec un fil de thorium il a obtenu de bons spectres avec 25 milliampères sous 2,800 volts avec une pose de 3 heures. Les clichés montrent le pur spectre de basse fréquence du thorium consistant en ses radiations caractéristiques N et O.

RADIOGRAPHIE. — *H. Pilon* et *A. Laborde* (prés. par M. de Broglie). — **Immersion des métaux dans des milieux homogènes opaques aux rayons X. Améliorations des méthodes radiographiques.**

Dans l'examen des pièces métalliques de forme compliquée, par les rayons X, l'absorption peut différer considérablement d'une région à l'autre de l'objet et les valeurs extrêmes des impressions radiographiques peuvent se placer en dehors des limites qui correspondent à la latitude de l'émulsion. Il est alors impossible d'utiliser un temps de pose qui s'adapte à l'étude simultanée des régions plus ou moins épaisses de l'objet.

Les auteurs ont réalisé un procédé susceptible de se plier à des conditions très variées, en immergeant simplement le corps métallique, dans une solution saline homogène, dont le coefficient d'absorption vis-à-vis des rayons X utilisés, est voisin de celui du métal. Ils indiquent, dans leur Note, quelques exemples de solutions utilisables à 18°C environ.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet* et *Albert Portevin*. **Influence de la composition chimique des alliages sur l'aptitude à l'obtention de pièces moulées (ou coulabilité).**

La fluidité est une grandeur physique bien définie et mesurable, fonction de la température et de la composition de l'alliage, alors que la propriété envisagée dépend non seulement de ces variables, mais aussi du moule et de la pièce. Les auteurs proposent, pour éviter toute confusion, de la désigner sous le nom de *coulabilité*.

Aucune étude systématique de l'influence de la composition et du diagramme de l'alliage ainsi que de la température de coulée sur la coulabilité n'a encore été effectuée. Les auteurs ont entrepris cette étude en commençant par les alliages à courbes de fusibilité simples, c'est-à-dire les alliages dont le liquidus ne comporte que deux branches avec un point eutectique.

Les résultats obtenus sont indiqués par des diagrammes.

— *Jean Bouldoires* (prés. par M. Guillet). — **Sur les transformations subies par les bronzes d'aluminium.**

Les recherches ont été faites sur un alliage à 87 p. 100 de cuivre. Les essais de recuit et de refroidissement ont montré que la vitesse de refroidissement joue un rôle capital sur l'importance des transformations complexes que subit l'alliage.

La vitesse de refroidissement après recuit a une très grande influence sur la résistivité. Sur les échantillons trempés au-dessus de 560°, on note des maxima de résistivité obtenus par revenus vers 500° arrêtés à l'air ou

Digitized by Google

à l'eau. Les revenus à des températures plus basses ont très peu d'influence sur la résistivité.

L'étude micrographique a montré que les structures aciculaires correspondent au maximum de résistivité; elles résultent d'une trempe à l'air après chauffage au-dessus de 560°, ou d'une trempe au-dessus de 560° suivie d'un revenu vers 500°.

MÉTALLURGIE. — *Georges Delbart* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **De la perméabilité magnétique des aciers étirés à froid.**

Les essais ont été effectués sur des éprouvettes écrouies (10 mois après leur étirage) et sur des éprouvettes recuites à 700°, 850°, 950°. Les éprouvettes écrouies et recuites à 700°, vues au microscope Le Chatelier, présentaient une perlite globulaire, celles recuites à 850° et 980° une perlite sorbitique; toutefois, le recuit à 850° n'avait pas complètement détruit les globules. Les résultats obtenus sont exposés dans un tableau.

Comme l'avaient déjà remarqué Ewing et Gœrens, l'écrouissage diminue la perméabilité des aciers. La coalescence de la perlite joue, au contraire, un rôle favorable et elle augmente la perméabilité magnétique, en particulier pour les champs compris entre 7 et 20 gauss.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Emile André* et *Mlle Th. François* (prés. par M. Charles Moureu). — **Les alcools aliphatiques saturés de l'huile de Cachalot et du blanc de Baleine.**

Les auteurs ont extrait de l'huile de Cachalot une petite quantité d'alcool tétradécylique fondant à 38°, de l'alcool hexadécylique en abondance et une petite quantité d'alcool octadécylique, ce dernier, soigneusement purifié fondait à 61° et non 59° comme l'indiquent divers auteurs.

L'existence de l'alcool tétradécylique, qui n'avait encore jamais été rencontré dans la nature, a été trouvé également dans le blanc de baleine.

— *Guy Emschwiller* (prés. par M. Charles Moureu). — **Action du magnésium sur l'iodure de méthylène.**

Le magnésium attaque l'iodure de méthylène en solution éthérée; la réaction amorcée par un léger chauffage se poursuit d'elle-même, avec un dégagement de chaleur suffisant pour maintenir l'ébulition de l'éther; elle s'accompagne d'un dégagement d'éthylène. Les phénomènes qui accompagnent la réaction révèlent la formation probable de l'organo-dimagnésien $CH^2(MgI)^2$.

De même, l'action du magnésium sur le bromure de méthylène donne un composé organo-magnésien qui est décomposé par l'eau en libérant de méthane et par l'iode, à raison de deux molécules d'iode par molécule, en donnant de l'iodure de méthylène; ces propriétés établissent la formule de constitution $CH^2(MgBr)^2$.

C'est la première fois qu'on observe des composés organo-magnésiens du groupement méthylène, et que l'on observe aussi que deux groupements fonctionnels magnésiens se trouvent fixés à un même atome de carbone.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *Marin Molliard.* — **Dimorphisme déterminé chez la galle de *Mikiola Fagi* Hartig par un parasite secondaire.**

Ce cas de dimorphisme correspond à une évolution particulière, provoquée par la substitution d'un parasite secondaire à la larve primitive du *Mikiola*. La galle modifiée subit sa déhiscence de meilleure heure que la cécidie normale, et il en sort, de la fin de février au début d'avril, un Chalcidien, le *Secodes coactus* Ratzeburg parasite qui paraît être nouveau pour la France.

— *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Observations sur l'amylogénèse dans les cotylédons du Pois.**

Les phénomènes de l'amylogénèse se différencient chez le pois à grain ridé : 1° par la forme arrondie dès l'origine des grains d'amidon et par le caractère pluriloculaire assez accusé des plastes à tous les stades; 2° par l'apparition en raison de l'affaiblissement amylogène des plastes primitifs de nombreux plastes amylifères qui demeurent au stade amylodextrine et disparaissent pendant l'hydrolyse; 3° par l'apparition de plastes tardifs parfois très nombreux et agglomérés en masses plus ou moins volumineuses et par la réaction bourgeonnante pluriloculaire que présentent fréquemment les plastes primitifs dans les cellules où l'évolution amylogène s'arrête prématurément.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Charles Richet* et *Oxner.* — **De l'accoutumance des Poissons marins aux eaux sursaturées.**

Un *Sargus Rondeleti* a supporté une salinité dépassant de 37 p. 100 la salinité normale, en allant progressivement. Aucun *Sargus* n'a pu vivre quand la teneur en NaCl n'était plus que de 31 grammes par litre.

BIOLOGIE. — *J. Costantin.* — **Sur la variabilité des êtres vivants d'après les primitifs.**

L'auteur présente un certain nombre d'observations relatives au schéma du Poulpe sur les vases mycéniens. Le Poulpe est l'ébauche (Empédocle), croit-il, ou le simulacre (Pline) de la tête humaine. C'est là un grossier transformisme dont on trouve l'écho dans Anaximandre, Empédocle, etc. M. Le Rouzic a signalé à M. Costantin, sur un dolmen, près de Carnac, un schéma du Poulpe qui est le même que sur certains vases mycéniens.

E. Bataillon et *Tchou Su.* — **L'activation et la rectification dans la Parthénogenèse des Echinides par l'hypertonie seule.**

La fécondabilité n'est pas toujours, comme le pense Just, le critère de l'aptitude à la parthénogénèse. La réaction membranogène apparaît bien aux confins de la cytolyse. La membranogénèse obtenue par action cumulée d'une hypertonie insuffisante et d'un cytolysant à dose inefficace, dégage le phénomène initial et nous édifie sur sa nature.

Les deux temps du phénomène doivent théoriquement être dissociables par le cyanure. Chez les œufs d'*Arbacia*, la régulation de l'amphiaster est possible en présence d'une dose de cyanure supérieure à celle considérée comme inhibitrice des oxydations.

PRÉHISTOIRE. — *Ch. Depéret.* — **Le gisement néolithique de Glozel (Allier).**

Les découvertes faites en ce point, en 1914, ont été sensationnelles, car elles ont apporté deux ordres de documents tout à fait inattendus dans le *Néolithique* : 1° des tablettes rectangulaires en argile légèrement cuite au feu, couvertes sur une face d'une série alignée de *signes alphabétiformes*, démontrant l'existence de la plus ancienne écriture humaine jusqu'ici reconnue; 2° des galets roulés de roches, vertes, métamorphiques, portant à leur surface des gravures d'animaux contemporains du gisement, quelques-uns émigrés de la contrée. Ces gravures sur galets étaient regardées, jusqu'ici, comme caractéristiques du *Paléolithique*. L'auteur a récemment visité le gisement de Glozel, étudié les conditions géologiques, et même y a pratiqué de petites fouilles qui ont confirmé en tous points les premières observations. Mais il incline à penser, au sujet de l'âge du gisement, qu'il s'agit plutôt d'un Néolithique récent, un peu antérieur seulement à l'âge des métaux.

Digitized by Google

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Alfred Carpentier* (prés. par M. Costantin). — **Sur l'extension du Wealdien dans le nord de la France.**

L'auteur signale à Wignehies (Nord) et aux environs d'Hirson (Aisne), des empreintes végétales, spécialement le *Sphenolepidium kurrianum*, très commun dans les argiles wealdiennes de Féron-Glageon. Les gisements notés, Civ sur la feuille de Rocroi appartiennent à l'Eocrétacé. Par places, immédiatement au-dessus du Wealdien, on observe à Wignehies et à Rocquigny (Aisne) des témoins de l'extension de la mer de l'*Albien inférieur* et de l'*Albien moyen* (*Gault inférieur*) d'Angleterre.

PHYSIOLOGIE. — *F. Henrijean* (prés. par M. d'Arsonval). **Sur la signification de l'Electrocardiogramme (ECG).**

Les ondes R et P sont moins liées qu'on ne le pense d'habitude, l'action de *P* sur *R* est liée à l'état du nœud de Tawara, à sa réceptivité, plus qu'à l'action propre de *P*; *R*, au contraire, à une action beaucoup plus constante sur *P*. On observe, en effet, souvent des ondes *P* isolées; au contraire, les ECG nodaux sans onde *P* sont exceptionnels.

PHARMACODYNAMIE. — *René Hazard* et *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action circulatoire de la pseudo-pelletiérine.**

Si les faibles doses de pseudo-pelletiérine n'ont pas d'action sur la circulation, il n'en est pas de même avec les doses atteignant ou dépassant 10 milligr. par kilogr. d'animal. L'action circulatoire de cet alcaloïde varie beaucoup suivant les individus d'une même espèce animale placés dans d'identiques conditions expérimentales.

Chez l'animal soumis à l'action de la yohimbine vraie (2 mg. de chlorhydrate de yohimbine pur de Güstrow par kilogramme d'animal), la première injection de pseudo-pelletiérine n'est pas hypertensive, mais hypotensive.

EMBRYOGÉNIE. — *H. Barthélémy* (transm. par M. Henneguy). — **Influence comparée du p H et de la concentration saline sur la durée de survie des spermatozoïdes de la Grenouille rousse (*Rana fusca*).**

A dilution spermatique égale, si le *p*H du milieu extérieur a une action indiscutable sur la vitalité des spermatozoïdes, son influence comparée à celle du NaCl ou de la concentration saline est relativement minime. La teneur en sels des liquides joue le rôle primordial dans la durée de survie des éléments ♂.

Les modifications du *p*H des solutions par le séjour prolongé et les réactions vitales des spermatozoïdes, de même que le NaCl contrebalançant les conséquences funestes de la dilution spermatique font apercevoir le rôle des charges électriques dans la vie des éléments ♂. Les sels agissent comme amortisseurs.

L'eau ordinaire ne réalise pas l'optimum de concentration saline et de *p*H nécessaire pour le maximum de survie des spermatozoïdes.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mlle Anna Drzewina* et *Georges Bohn* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Activation par la lumière des effets de l'argent sur *Convoluta*.**

De toutes les observations des auteurs sur le rôle de l'éclairement dans les effets de l'argent, il ressort que toujours ceux-ci sont accélérés par la lumière. La lumière accélère également la réactivation de l'argent. A des températures au-dessous de 18°, les lamelles d'argent elles-mêmes, quand elles sont minces, n'agissent que lentement, à moins que l'éclairement ne soit intense.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *René Fabre* (prés. par M. Béhal). **Sur l'allophanate de cholestérol et son emploi en Chimie biologique.**

L'auteur montre que l'allophanate de cholestérol, qu'il a préparé, peut être utilisé, en vue de la caractérisation et de la séparation du cholestérol, dans divers problèmes de chimie biologique.

BACTÉRIOLOGIE. — *Constantino Gorini* (prés. par M. Roux). — **Action du bacille typhique sur le lait.**

Les faits exposés dans cette Note peuvent servir à la différenciation des germes pathogènes. Le *B. typhosus* est capable de cailler le lait comme le *B. coli*, mais le premier produit un phénomène de réversion que l'auteur n'a jamais observé avec le second. P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. A. Vayssière, Louis Fabry, H. Jumelle, sont désignés pour représenter l'Académie à la célébration du deuxième centenaire de la fondation de l'*Académie des Sciences, lettres et beaux-arts de Marseille* qui aura lieu le 20 novembre 1926.

Observatoires. — Il est institué un Conseil des Observations astronomiques relevant du Ministère de l'Instruction publique. Ce Conseil est composé ainsi :

Les Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences et les membres de la section d'Astronomie de cette Académie qui ne font pas partie de droit du Conseil en vertu de leurs fonctions.

Le Directeur de l'Enseignement supérieur.

Les membres titulaires du Bureau des longitudes.

Les Directeurs des Observatoires astronomiques.

Quatre membres désignés par le Ministre pour une période de trois ans.

Deux membres désignés pour trois ans par le personnel scientifique des Observatoires de Paris et de Meudon et pris dans ce personnel.

Deux membres désignés pour trois ans par le personnel scientifique des Observatoires des Universités des départements et pris dans ce personnel.

Le Ministre nomme, pour la même période de trois ans : le Président, le Vice-président et le Secrétaire du Conseil.

Il est institué dans le Conseil une Commission permanente composée du Président du Conseil, du Directeur de l'Enseignement supérieur, d'un des secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences, du Président du Bureau des longitudes, des Directeurs des Observatoires de Paris et de Meudon, de deux Directeurs des Observatoires des Universités des départements et d'un des représentants du personnel scientifique des Observatoires des Universités désignés par le Conseil.

Service des Poudres. — Les concours pour l'emploi d'agent chimiste des poudres, qui devait avoir lieu le 29 novembre 1926, est ajourné jusqu'à nouvel ordre ainsi que ceux relatifs aux emplois d'ingénieurs militaires de 1re et 2e classe et sous-agent technique militaire.

IIIe voyage international d'études médicales sur la Côte d'Azur. — Le IIIe voyage médical international sur la Côte d'Azur aura lieu du 14 au 24 décembre prochain. On visitera les Stations climatiques et les Etablissements scientifiques du littoral. Une excursion sera organisée dans les Alpes (sports d'hiver et cure d'altitude).

Ce voyage est réservé aux médecins et étudiants étrangers.

Pour tous renseignements écrire au Président de la Société médicale : Dr Maurice Faure, 24, rue Verdi, à Nice (Alpes-Maritimes). L. F.

Digitized by Google

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le samedi 6 novembre a eu lieu dans le Grand Amphithéâtre de la Sorbonne la séance solennelle de Rentrée de l'Université de Paris au cours de laquelle le titre de Docteur *honoris causa* a été décerné à plusieurs savants étrangers :

MM. Chagas, Professeur à la Faculté de Médecine de Rio-de-Janeiro; Medin, Professeur à la Faculté de Médecine de Stockholm; C.-E. Guye, Professeur à la Faculté des Sciences de Genève; Charles Omer Haskins, Professeur à l'Université Harvard; Christian Snouck Hurgronje, Professeur à l'Université de Leyde.

M. Lapie, Recteur, a prononcé le discours de rentrée de l'Université et a souhaité la bienvenue aux nouveaux Docteurs dont les titres ont été exposés par les Doyens, dans l'ordre suivant :

M. Roger, Doyen de la Faculté de Médecine : pour MM. Chagas et Medin.

M. Maurain, Doyen de la Faculté des Sciences : pour MM. Guye et Haskins.

M. Brunot, Doyen de la Faculté des Lettres : pour M. Hurgronje.

— **M. Cavalier, directeur de l'enseignement supérieur,** est nommé **membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique et de la section permanente, en remplacement de M. Coville,** admis à faire valoir ses droits à la retraite, démissionnaire.

— *Faculté des Sciences.* — **M. Lutaud, chef des travaux de Géographie physique est nommé Professeur de Géographie physique, en remplacement de M. Gentil,** décédé.

La Commission des Sciences du Comité consultatif de l'Enseignement supérieur a inscrit sur la liste d'aptitude à l'Enseignement supérieur :

Mathématiques. — MM. Eyraud, Favard, Mandelbrojt et Roussel (André).

Chimie physique (rayons X). — M. Trillat.

Chimie. — M. Lemarchands.

Botanique. — MM. Lemoir et Plantefol.

— **Deux bourses de la Fondation Petrin sont actuellement vacantes.**

Ces bourses, de 1.000 fr., sont exclusivement réservées aux Facultés de l'Université de Paris ou à l'École Polytechnique.

Les familles des candidats doivent justifier, par un certificat du Maire ou du Commissaire de Police, de 5 ans de résidence à Paris. De plus, le bénéficiaire est, conformément au désir exprimé par le donateur, tenu d'assister, le 4 novembre de chaque année, jour de la fête de Saint-Charles, à une messe commémorative.

Les candidats sont invités à adresser leur demande au Doyen de leur Faculté ou à M. le Général commandant l'École Polytechnique, pour le 20 novembre, dernier délai, en y joignant :

1° Une notice individuelle;

2° Un état de situation de fortune.

Les imprimés de ces deux pièces se trouvent aux Secrétariats des Facultés et à l'École Polytechnique.

Facultés de Médecine. — Une session pour la première épreuve de l'examen d'aptitude aux fonctions d'agrégé près les Facultés de Médecine et Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie s'ouvrira en décembre 1926. Les candidats se feront inscrire au Secrétariat de leur Académie. Le registre des inscriptions sera clos deux mois avant la date des compositions.

Les dates des compositions sont fixées ainsi qu'il suit :

Sections :	
Anatomie Histologie Histoire naturelle médicale et parasitologie Bactériologie Anatomie pathologique	1re composition le 22 décembre 1926; 2e composition le 23 décembre 1926.
Physiologie Chimie Physique Médecine Chirurgie Obstétrique Histoire naturelle pharmaceutique Pharmacie	1re composition le 18 janvier 1927; 2e composition le 19 janvier 1927.

Les compositions ont lieu dans chaque Faculté. Chaque composition sera faite dans une séance particulière d'une durée de trois heures, de 8 heures à 11 heures. (*J. O.*).

Fondation nationale pour l'étude des sciences et des civilisations étrangères. — Cette création est due à la générosité de Mme la Comtesse de Montfort qui a fait don à l'Etat d'une somme de 500.000 francs.

Un arrêté ministériel fixe comme suit la composition du Comité d'administration :

Mlle de Montfort, ou son représentant.

M. André Honnorat, sénateur, ancien ministre.

Le directeur de l'enseignement supérieur.

M. Coville, directeur honoraire au ministère de l'Instruction publique.

Le directeur de l'enseignement technique.

Le directeur de l'école normale supérieure.

L'administrateur de l'école des langues orientales vivantes.

Le directeur du Muséum d'histoire naturelle.

Le directeur de l'office national des Universités et écoles françaises.

M. Paul Lapie, recteur de l'Académie de Paris.

M. Chatelet, recteur de l'Académie de Lille.

M. Capitant, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Paris, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

« M. Jean Lépine, professeur à la Faculté mixte de médecine et de pharmacie de l'Université de Lyon, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

« Le chef du service des œuvres françaises à l'étranger, au Ministère des Affaires étrangères. » (*J. O.*).

Bourses internationales. — L'Association américaine des femmes diplômées des Universités a offert une bourse de 500 dollars pour une année d'études en pays étranger, pendant l'année scolaire 1927-1928, destinée à des femmes, ayant terminé les études universitaires, qui désirent poursuivre les travaux originaux.

— L'Association des anciennes élèves de Wellesley Collège a offert une bourse de 5.000 francs, pour l'année scolaire 1927-1928 à une étudiante des régions libérées préparant une agrégation ou un doctorat, dans une Université française.

Pour tous renseignements relatifs à ces bourses, s'adresser de suite au Secrétariat de l'Association des Françaises diplômées des Universités, 4, rue de Chevreuse, Paris.

Ecole Polytechnique. — Sont offerts pour une période de trois ans, comprenant les concours d'admission à l'École polytechnique des années 1927, 1928 et 1929, les emplois ci-après :

Digitized by Google

a) 4 emplois d'examinateur pour les mathématiques.
b) 1 emploi d'examinateur pour la physique;
c) 1 emploi d'examinateur pour la chimie;
d) 1 emploi d'examinateur pour les langues anglaise et allemande.

Les candidats devront, dans leur demande, faire connaître si, dans le cas où ils ne seraient pas agréés comme examinateurs (mandat triennal), ils accepteraient leur désignation comme suppléants pour l'année 1927 (voir ci-après.

Sont offerts pour les concours de 1927 les emplois suivants :

2 examinateurs suppléants pour les mathématiques;

1 examinateur suppléant pour la physique;

1 examinateur suppléant pour la chimie;

1 examinateur suppléant pour les langues vivantes anglaise et allemande.

Les candidats aux emplois énumérés ci-dessus devront adresser leur demande au général commandant l'École polytechnique, 21, rue Descartes, Paris (5e), en y joignant :

Un exposé de leurs titres et services (un imprimé spécial préparé pour cet exposé leur sera remis à la direction des études).

Et une déclaration qu'ils n'ont pas pris part à la préparation de jeunes gens susceptibles de se présenter devant eux, soit par enseignement direct de ces jeunes gens, soit par publications destinées aux élèves de mathématiques spéciales.

Les demandes devront être parvenues à l'école avant le 22 novembre 1926.

Elles seront examinées par le Conseil de perfectionnement en vue des présentations à faire au ministre.

Aux termes de l'article 9 du décret du 13 mars 1894, les examinateurs suppléants ne doivent participer à aucun des exercices qui ont pour but de préparer les jeunes gens au concours d'admission, ni publier aucun ouvrage sur les matières de l'examen. L'examinateur qui s'écarterait de cette prescription serait remplacé.

Institut Océanographique. — Les conférences de l'année scolaire 1926-1927 ont commencé le 6 novembre et se continueront tous les samedis à 9 heures du soir, dans l'ordre suivant :

6 novembre. — M. A. Berget, professeur à l'Institut Océanographique : *Le Détroit de Magellan et la Terre de Feu.*

13 novembre. — M. Paul Vignon, docteur ès-sciences : *Les Radiolaires.*

20 novembre. — M. Louis Forest : *La consommation du Poisson. Aperçus historiques et culinaires.*

27 novembre. — M. Anthony, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle : *Les Origines des Cétacés.*

4 décembre. — M. Léon Bertin, assistant de zoologie à la Sorbonne : *Les mœurs des Poissons.*

11 décembre. — M. Georges Pilippar, Président du Conseil d'administration de la Compagnie des Messageries Maritimes : *La décoration des Navires.*

18 décembre. — M. R. de Buen, professeur à l'Université de Madrid : *Le Détroit de Gibraltar.*

8 janvier 1927. — M. G. Saint-Yves, explorateur : *La Mer Sammatique et la Mer Persique.*

15 janvier. — M. Paul Portier, professeur à la Sorbonne : *Les Appareils de plongée.*

22 janvier. — M. Louis Bréguet : *Les Hydravions de commerce de demain. L'aviation transatlantique.*

29 janvier. — M. Louis Joubin, Membre de l'Institut, professeur au Muséum et à l'Institut Océanographique : *Quelques outils dont l'Homme se croit l'inventeur.*

5 février. — M. le Dr Charcot, Membre de l'Institut, Capitaine au Long cours : *Les croisières du Pourquoi-Pas au Groenland.*

Les conférences sont accompagnées de projections lumineuses et de projections cinématographiques.

Elles ont lieu dans le Grand Amphithéâtre de l'Institut Océanographique, 195, rue Saint-Jacques, Paris.

— *Enseignement supérieur de l'Océanographie.* — Les cours publics se sont ouverts le samedi 3 novembre :

M. A. Berget : *Les Mouvements de la Mer, Houle, Vagues, Marées, Courants.* Mercredi et samedis à 17 h.

M. L. Joubin : *Les applications de l'Océanographie aux industries de la Pêche* (3e partie). Mardi et vendredi, à 17 heures.

M. P. Portier : *Les fonctions de relations chez les animaux marins.* Lundi et jeudi à 17 heures.

Les Cours ont lieu dans le Petit Amphithéâtre de l'Institut Océanographique, 195, rue Saint-Jacques, Paris.

École technique de Photographie et de Cinématographie. — Les cours commenceront le 15 novembre au siège de l'École, 85, rue de Vaugirard, Paris.

Nous rappelons que les droits de scolarité sont établis ainsi : Année scolaire 1.200 fr. Carte d'auditeur libre permettant de suivre les cours et conférences, 750 fr. — Carte de présence pour un cours ou une Conférence, 10 francs.

Université de Lille. — M. Pierre Pruvost est nommé Professeur de Géologie et Minéralogie à la Faculté des Sciences en remplacement de M. Barrois, admis à la retraite.

Université de Lyon. — M. Pic est nommé Professeur de clinique médicale à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.

Université de Montpellier. — M. Léon Gay, maître de conférences est nommé Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences, en remplacement de M. de Forcrand.

M. Soulier, ancien professeur sans chaire à la Faculté des Sciences, est nommé Professeur honoraire de ladite Faculté.

M. Delmas, agrégé, est nommé Professeur de clinique obstétrique à la Faculté de Médecine, en remplacement de M. Vallois.

Université de Bordeaux. — M. Carles, agrégé, est nommé Professeur de pathologie et thérapeutique générale à la Faculté de Médecine et de Pharmacie, en remplacement de M. Couchet.

M. Maurice, agrégé est nommé Professeur de Médecine expérimentale à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.

Université d'Alger. — M. Tailliart, Vice-recteur, est nommé Recteur, en remplacement de M. Ardaillon, décédé.

M. Laffont, agrégé, est nommé Professeur de clinique obstétricale et puériculture du premier âge à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie, en remplacement de M. Rouvier.

M. Portes, agrégé, est nommé Professeur de physique médicale à la même Faculté, en remplacement de M. Strohl.

L. F.

Digitized by Google

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Archives médico-chirurgicales de l'appareil respiratoire fondées par les Professeurs E. SERGENT et M. TUFFIER. Fascicules in-8° paraissant tous les deux mois. Gaston Doin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix de l'abonnement : 100 fr.

Le but de cette nouvelle publication est de grouper les études et les recherches que poursuivent parallèlement les physiologistes, les médecins et les chirurgiens en vue de préciser, de compléter et de rénover les notions déjà acquises dans le domaine de la pathologie respiratoire.

Chaque fascicule sera divisé en trois parties : la première sera réservée à des mémoires originaux de physiologie, de médecine ou de chirurgie, la seconde à des revues critiques portant sur des sujets d'actualités, la troisième à l'analyse des principaux travaux français et étrangers. Les Archives formeront un volume annuel d'environ six cents pages abondamment illustrées.

Les noms des deux fondateurs et des spécialistes français et étrangers qui leur ont promis leur collaboration suffisent amplement à nous garantir la haute valeur scientifique des Archives et l'accueil particulièrement favorable qu'elles trouveront certainement dans le monde médical.

A. B.

L'Afghanistan, Géographie, Histoire, Ethnographie, Voyages, par Raymond FURON. In-16 de 132 pages avec 28 figures, 3 cartes et 1 plan. Albert Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

Ce petit livre est un exposé sommaire des observations faites par M. Furon pendant deux années de séjour en Afghanistan. L'auteur donne une rapide esquisse de la Géographie et de l'Histoire du pays, mais il paraît avoir étudié principalement l'Ethnographie et la vie Afghane. A ce point de vue son livre offre un réel intérêt parce qu'il expose des choses vues : on peut même regretter une trop grande concision, car l'Afghanistan n'est pas à l'abri de certaines transformations dues aux facilités croissantes de pénétrations étrangères. On ne saurait trop recommander aux voyageurs de recueillir la plus grande quantité possible de renseignements relatifs à l'ethnographie et au folklore.

L. Fr.

L'Instinct et l'Inconscient, par W. H. R. RIVERS, traduit de l'anglais par René LACROZE, agrégé de l'Université, professeur de philosophie au lycée français de Mayence. In-8° de XI-324 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Nous avons dit, il y a trois ans, lors de sa publication en anglais, les mérites de cet excellent ouvrage. Il faut savoir gré à M. Lacroze de l'avoir mis à la disposition du grand public français. Sa traduction, fidèle et limpide, est faite sur la 2e édition (1922). Elle est précédée d'un avertissement où sont résumées avec netteté les conditions de la composition de ce livre et les grandes lignes de la doctrine de Rivers. Celle-ci peut paraître sur plusieurs points discutable ou déjà dépassée, mais elle garde le mérite d'avoir été un des premiers essais d'utilisation loyale et de mise au point des paradoxes freudiens : en particulier, le mécanisme de la « suppression » substitué dans beaucoup de cas à celui de la trop commode « censure », la prédominance de l'instinct de conservation sur l'instinct sexuel, notamment dans les psychoses de guerre, la conception hiérarchique des fonctions mentales et du système nerveux : autant de points qu'on peut tenir pour acquis.

R. TROUDE.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Tullio Levi-Civita e Ugo Amaldi. — Lezioni di Meccanica razionnale. Volume secondo. Dinamica dei septemi con un numero finito di gradi di liberta. Parte prima. In-8° de 520 pages. Nicola Zanichelli, editorel, Bologna. — Prix : 65 lire.

Marcelin Dubroca. — Le réalisme einsteinien. L'optique et le principe d'invariance avec des réflexions sur la concrète physique et son mécanisme fondamental. In-8° de 126 pages avec figures, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. Prix : 9 francs.

Henry Eyraud. — Les équations de la dynamique de l'éther avec une note sur la technique du repérage de l'espace et du temps dans ses rapports avec la relativité. In-8° de 66 pages. Albert Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Thomas Cluz. — Calcul graphique des poutres continues à section constante. Nouvelle méthode graphique permettant de déterminer les moments fléchissants sur appuis. In-8° édité par le Constructeur de ciment armé, 148, boulevard Magenta, Paris.

G. Juvet. — Sur une équation aux dérivées fonctionnelles partielles et sur une généralisation du théorème de Jacobi. (Thèse). In-4° de 54 pages. Albert Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

Georges Friedel. — Leçons de cristallographie professées à la Faculté des Sciences de Strasbourg. In-8° de 602 pages avec 578 figures. Berger-Levrault, éditeur, Paris.

C. Gutton. — Radiotechnique générale. In-8° de 570 pages avec 304 figures. (*Encyclopédie d'électricité industrielle*). Baillière, éditeur, Paris.

Pierre David. — Les filtres électriques. Théorie, Construction, Application. Préface de M. le Général Ferrié. In-8° de 128 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Dr E. Goldberg. — La formation de l'image photographique. Considérations photométriques et sensitométriques. P. Montel éditeur, 189, rue Saint-Jacques, Paris. — Prix : 6 francs.

Pierre Brunet. — Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIIIe siècle. Albert Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

A. Forestier. — L'Energie rayonnante. Tableaux synoptiques de l'échelle des longueurs d'onde et des principales caractéristiques du rayonnement électro-magnétique avec un résumé des théories actuelles. 2e édition. In-8° de 75 pages. Albert Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Bureau hydrographique international. — Les machines à prédire les marées. In-8° de 110 pages avec figures. Robaudy, éditeur, Cannes.

P. Appell et *J. Kampé de Fériet.* — Fonctions hypergéométriques et hypersphériques. Polynomes d'Hermite. In-4° de 434 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 140 francs.

A. Rouhier. — La Plante qui fait les yeux émerveillés. Le Peyotl (*Echinocactus Williamsii*). In-8° de 384 pages avec 46 figures et 2 cartes. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Impr. P. & A. DAVY, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 22 64e ANNÉE 27 NOVEMBRE 1926

L'INSECTE ET L'HOMME (1)

Dans la concurrence vitale, qui, à la surface de notre globe, met aux prises tous les êtres organisés, l'Homme n'a pas de plus implacable rival que l'Insecte.

En contrebalaçant la faiblesse de ses organes par son génie d'invention, l'Homme fit reculer ou même disparaître des êtres qui, par leur puissance physique l'avaient au cours de l'évolution incomparablement distancé. Tandis que les types d'organisation le plus rapprochée de la sienne, qui par leur force musculaire semblaient les plus redoutables, étaient obligés de céder aux progrès de son emprise, ou de se transformer par la domestication au gré de ses besoins, l'Insecte, orienté par l'évolution dans la voie la plus divergente qui fût ouverte à la vie animale, a réalisé ce paradoxe de faire échec à l'Homme en aggravant sa menace à mesure que la civilisation marquait de nouvelles victoires.

Multiplicité des formes qui lui permet de s'adapter à toutes les conditions de la vie terrestre, formidable puissance de reproduction qui, lorsqu'aucun frein n'intervient pour la contenir, assemble ses minuscules individualités en une masse innombrable, moyens de défense les plus variés contre les conditions adverses du milieu extérieur ; tels sont les dons impartis à l'Insecte et qui font, que, dans la plupart des domaines où se meut l'activité humaine, nous rencontrons l'attaque directe ou l'âpre concurrence du rival articulé.

L'attaque directe..., elle vient de l'Insecte piqueur inoculant à l'Homme des germes qui le déciment en déchaînant dans son organisme les plus redoutables maladies infectieuses. Ce sont les Moustiques, Anophèle ou Stégomyie, qui ouvrent de leurs lancettes la brèche par laquelle pénétrera l'Amibe de la fièvre paludéenne ou le Spirochète de la fièvre jaune ; ce sont les Glossines dont l'extermination suffirait pour libérer d'immenses régions africaines de la maladie du sommeil ; ce sont les infimes suçeurs de sang qui ne sont aux yeux de la plupart des hommes qu'une incommode vermine et dont la science moderne a pourtant démontré le rôle de premier plan dans la propagation de la peste et du typhus.

Mais l'attaque indirecte de l'Insecte retiendra surtout notre attention. Non moins grave que la première, elle se traduit par l'immense préjudice que nous cause l'animal articulé, en se montrant, pour tirer profit du fruit de nos cultures, un insatiable commensal. Constamment, il nous oblige à nous tenir sur la défensive et c'est en nous basant sur les lois qui président à son évolution dans notre domaine agricole que nous pourrons le mieux fixer les règles de tactique qu'il convient de lui opposer.

Un fait domine d'abord tous les autres, c'est la puissance de multiplication des insectes qui dévorent les plantes et quo pour cette raison l'on qualifie de phytophages. Si leur pullulation pouvait se poursuivre sans entraves, il ne leur faudrait pas une année pour réduire à la famine tous les rangs de l'humanité qui serait elle-même menacée de disparaître en même temps que la plupart des végétaux terrestres.

Cette exubérance de la reproduction dans

(1) Discours prononcé à la séance publique des cinq Académies.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

le monde des insectes n'est d'ailleurs qu'un cas particulier d'une loi qui veut que les êtres naissent sur terre en quantité incomparablement plus grande que les chances de vie qu'ils y rencontrent .C'est de cette disproportion que résulte la lutte universelle mettant aux prises dès sa naissance chaque individu et chaque espèce avec les forces hostiles du monde extérieur.

Dans le cas des ravageurs de nos cultures, les agents modérateurs de leur propagation se trouvent pour une très large part représentés par d'autres êtres spécialisés pour vivre à leurs dépens. Et c'est un fait bien remarquable, que dans le concert des êtres qui ont déclaré la guerre à l'Insecte destructeur, concert qui s'étend depuis le microbe infectieux jusqu'à l'Homme, nous trouvions, aux côtés de notre allié l'Oiseau — et se signalant par la supériorité de son action — l'Insecte lui-même pour nous servir.

C'est que, sous ce nom d'Insecte, se range tout un monde de formes organisées comprenant plus de 800.000 espèces distinctes, groupées elles-mêmes en une multitude de genres et de familles, adaptées aux régimes alimentaires les plus divers et qui, par leur organisation ou par leurs mœurs, se trouvent en perpétuel conflit.

Mangeurs de plantes, carnassiers et parasites constituent les forces en présence : elles se heurtent en une incessante mêlée ; de leur multiplication concurrente, des réactions extraordinairement complexes qui s'échangent entre leurs éléments et ceux du milieu extérieur, résulte l'équilibre instable dans lequel se maintiennent les espèces organisées : il est ainsi fait que, malgré les oscillations numériques que peuvent entraîner chez elles les variations saisonnières, aucune espèce ne peut prendre sur les autres un développement prépondérant. Et c'est ainsi, que de la lutte des êtres naît l'apparente harmonie qui lie entre eux les animaux et les plantes.

Or, de ce balancement des formes vivantes, il n'est pas de plus grand perturbateur que l'Homme. En cultivant sur de larges espaces certaines plantes à l'exclusion des autres, en augmentant par l'emploi des engrais et par la sélection leurs réserves nutritives, il assure aux ravageurs les meilleures conditions de subsistance. Mais c'est surtout par la voie des échanges commerciaux que l'Homme provoque à son propre détriment des changements d'équilibre dans la répartition des espèces animales ou végétales qui peuplent les régions terrestres. De nombreux insectes spécialisés pour se nourrir de telles ou telles plantes, primitivement cantonnés en des points très limités, se sont ainsi trouvés transportés dans des pays lointains où des conditions climatériques favorables leur ont permis de prospérer, et beaucoup d'entre eux qui n'avaient qu'une petite patrie sont, en moins d'un demi-siècle, devenus cosmopolites. Sur leurs nouveaux domaines, on les vit alors trop souvent prendre un essor inattendu, leur puissance de multiplication se trouvant intensifiée, soit en raison de la moindre résistance des végétaux en présence desquels ils se trouvaient, soit — dans des cas plus nombreux encore — parce que sur le territoire nouvellement envahi, ils étaient affranchis de tout le cortège des prédateurs ou des parasites qui, dans leur pays l'origine, servaient à limiter leur propagation.

Et, dès lors, sur les terres de l'Ancien et du Nouveau Monde, de terribles désastres causés par des insectes, jusqu'alors restés sans histoire, devinrent la rançon des progrès accomplis par l'Homme dans sa conquête terrestre.

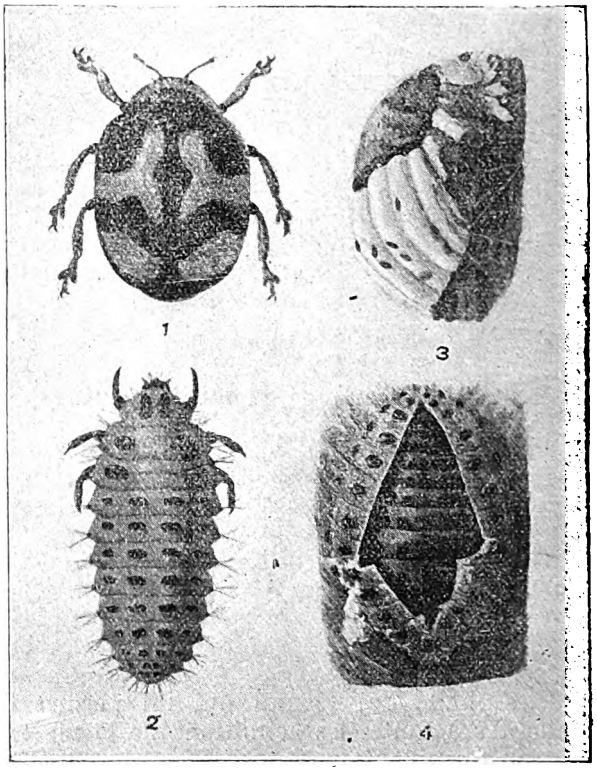


Fig. 334. — Novius cardinalis
1, 2, 4. Novius adulte, larve nymphe
3. Icerya adulte avec œufs de Novius sur le sac ovigère

Mais, peu à peu, le dominateur du monde se rend compte des conséquences néfastes de son intervention dans la répartition géographique des êtres vivants et, avec l'étude scientifique des causes, nous arrivons à une phase nouvelle des rapports entre l'Homme et son minuscule concurrent : celle pendant laquelle il s'efforce non seulement de réduire le nombre des ravageurs par des procédés de destruction

Digitized by Google

directe, mais encore et surtout, de fixer le jeu des forces naturelles dans un état d'équilibre qui lui soit favorable. Mieux il connaît les lois régisant les êtres organisés, plus il s'applique à mettre en action l'aphorisme de Bacon : maîtriser la nature, en lui obéissant.

C'est vers ce but qu'il s'oriente, d'abord d'une façon presque inconsciente, puis en raisonnant sur des données de plus en plus précises, lorsqu'il introduit dans ses méthodes de culture des pratiques destinées à affamer l'ennemi ou à rompre le cycle évolutif de l'espèce nuisible ; parmi les plus anciennes de ces mesures de la tactique agricole, nous trouvons la jachère, l'alternance des cultures et les assolements périodiques.

C'est encore pour ramener un équilibre favorable à ses propres intérêts que, soit par la sélection des variétés, soit par le greffage, il cherche à créer chez la plante la résistance ou l'immunité. On se rappelle le triomphal succès qui signala l'application de cette technique, lorsqu'elle fut employée d'abord en France, puis ensuite dans le monde entier, pour organiser la défense de la Vigne européenne défaillant sous l'étreinte de son mortel ennemi le Phylloxéra. Ce fut une grande et mémorable délivrance, dont, par un juste retour, tout l'effort fut demandé à la Vigne américaine ; car, sans le secours de cette sœur vigoureuse qui, après lui avoir apporté les germes de mort, la ranima de sa propre sève, la Vigne d'Europe ne nous donnerait plus ses vins délicieux, source de richesse et de joie, tandis que, de l'autre côté de l'Atlantique, les douceurs plus discutables des restrictions légales qui prohibent les vins de France, n'eussent jamais été savourées.

Un autre moyen s'offrait encore à l'Homme pour diriger contre les ravageurs les forces naturelles, c'était de leur opposer leurs propres ennemis, en orientant leur travail vers son plus grand profit.

Ce fut dans la seconde moitié du siècle dernier que la valeur de cette méthode fut mise en pleine lumière. Et dans le monde entier, la presse a maintenant vulgarisé le retentissant succès qui marqua l'un des premiers essais de son application. On sait qu'il s'agissait de combattre en Californie un insecte d'origine australienne, connu sous le nom d'Icerya, qui, accidentellement importé vers 1868, prit dans ce pays une extension si rapide qu'en quelques années il menaça d'une ruine complète la culture des orangers, des citronniers et de bien d'autres plantes arbustives. Insatiable suceuse de sève, rivée par son rostre à la plante, abritant un millier d'œufs sous son bouclier de cire, la redoutable Cochenille déversait sans arrêt le flot de sa descendance et les plantations se desséchaient sous le manteau givré que formait aux rameaux l'Insecte innombrable. De vastes cultures avaient été déjà anéanties, ou ne fournissaient plus qu'un rapport négligeable, lorsque Riley, directeur du Service entomologique du Département de l'Agriculture aux Etats-Unis, songea à utiliser contre l'Icerya ses ennemis naturels. Partant de cette donnée, qu'en Aus-

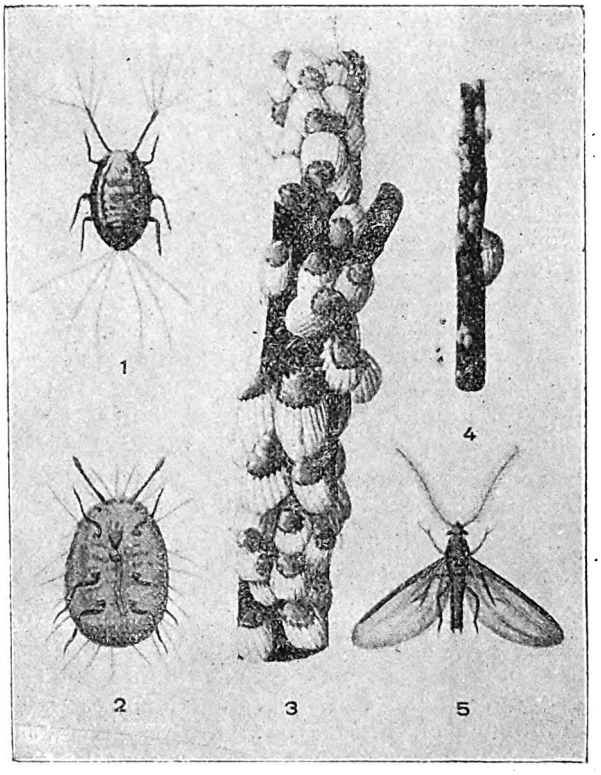


Fig. 335. — Icerya purchasi

1. Larve d'Icerya au premier stade (face dorsale)
2. Troisième stade larvaire d'Icerya (face ventrale)
3. Rameau infesté d'Icerya adultes
4. Rameau portant un Icerya adulte et de jeunes larves
5. Mâle d'Icerya

tralie, son pays d'origine, cet insecte ne se montre pas sérieusement nuisible, il fut conduit à admettre qu'il devait s'y trouver maintenu en échec par des parasites ou des prédateurs spéciaux de ce pays, le seul moyen de maîtriser le fléau qui dévastait les vergers californiens, n'était-il pas alors d'aller à la recherche de ces providentiels alliés ?

Riley avait la foi et l'ardeur d'un apôtre et, après une longue et laborieuse campagne, il parvint à convaincre son Gouvernement de la nécessité d'envoyer en Australie une mission dans le but de découvrir les ennemis naturels de l'Icerya. Ce fut en l'année 1888 qu'un entomologiste du Département de l'Agriculture américain fut spécialement chargé de cette recherche. Après un séjour de quelques mois en Australie, il en rapporta la précieuse et maintenant presque légendaire Coccinelle que les naturalistes, en rappel

Digitized by Google

de sa rutilante livrée, ont baptisé du nom de Novius cardinal. Lointaine cousine de nos bêtes à Bon Dieu, mais d'une espèce tout à fait inconnue en dehors du continent australien, elle jouait en ce pays le rôle d'ennemi héréditaire de l'Icerya, spécialisé depuis des centaines de siècles pour vivre uniquement à ses dépens et pour mettre un frein à sa multiplication. Aussi, lorsque le paquebot ramenant de Sidney la mission américaine entra dans le port de Los Angeles, portant dans sa glacière les précieuses caissettes qui logeaient les premiers Novius importés, pouvait-on bien augurer du succès de l'entreprise et prévoir que le bon équilibre australien recherché par Riley était à la veille de se réaliser. Dans des insectariums et des serres spécialement aménagés, les Novius furent alimentés et multipliés. Distribués par milliers aux horticulteurs de la région et répandus dans les cultures envahies, ils firent souche et colonisèrent si bien qu'une année et demie après son introduction la Coccinelle australienne avait réduit le nombre des Icerya à une quantité négligeable, libérant la Californie du plus redoutable fléau qui ait jamais menacé ses cultures.

L'Amérique n'est pas le seul pays qui ait eu à souffrir de l'introduction de l'Icerya. Défiant l'organisation des services sanitaires qui ont pour mission de surveiller le commerce des plantes entre les divers pays, le pernicieux Hémiptère a été, par des envois horticoles, importé successivement dans l'Afrique du Sud, au Portugal, en Italie et dans bien d'autres pays, notamment en France où, en 1912, il faisait son apparition sur la Côte d'Azur dans les jardins du Cap Ferrat. Partout pour le combattre on eut recours à la Coccinelle cardinale, partout il suffit de quelques représentants du bienfaisant insecte apportés de l'un des pays où il s'était acclimaté pour obtenir sa naturalisation et la régression de l'Icerya.

Parmi les cas innombrables qui se posent dans dans le problème de la lutte biologique contre un insecte exotique récemment importé, celui dont je viens de vous entretenir est un des plus simples qui soient. Mais le plus souvent, c'est en face de circonstances beaucoup plus complexes que l'on se trouve placé. Un des meilleurs exemples des événements qui peuvent alors se dérouler est celui que nous donne l'histoire d'une fatidique Phalène, ou, pour mieux dire, d'un Bombyx, baptisé par les Américains d'un nom qui évoque le sortilège : la Gipsy. Originaire d'Europe où ses chenilles rongent les feuilles des arbres, cette noctambule de la forêt et des vergers ne se montre nuisible dans nos pays que localement ou certaines années, lorsque, par suite d'actions climatériques, les parasites utiles se sont montrés en nombre insuffisant.

Or, lorsqu'elle fut introduite accidentellement aux environs de Boston dans le courant du siècle dernier, la Gipsy ne tarda pas à se montrer d'une malfaisance infiniment plus grave que dans son pays d'origine. Dans tous les parcs et dans d'immenses districts forestiers de la Nouvelle Angleterre, les arbres, assaillis de ses légions de chenilles, étaient dépouillés de leurs feuilles et mouraient par milliers.

Après avoir créé dans les Etats intéressés et au Centre fédéral du Département de l'Agriculture, des Services spéciaux pour organiser la lutte contre l'infernal insecte, après avoir dépensé des millions et des millions de dollars à le combattre, tantôt au moyen de pompes assez puissantes pour lancer des jets d'arséniates sur les plus grands arbres, tantôt en recourant à des équipes spécialement entraînées pour la destruction hivernale des pontes, les Américains concentrèrent leur attention sur le problème de l'acclimation des ennemis naturels de la Gipsy. Et alors, sous la direction de Howard, commença la plus vaste expérience d'entomologie appliquée qui fût jamais conçue. Ce n'était plus, en effet, une Coccinelle, mais toute une série d'auxiliaires disparates qu'il s'agissait d'acclimater pour conjurer le mal ; car il n'existe pas moins d'une cinquantaine d'espèces de Guêpes et de Mouches parasites attaquant en Europe la fatale Gipsy aux stades divers de son évolution ; à leurs bienfaisants essaims se joignent divers Carabes pour lui donner activement la chasse. Le problème qui se posait devenait en conséquence le suivant : en se servant de tous ces éléments, ou en exerçant un choix judicieux parmi eux, établir aux Etats-Unis un équilibre favorable de même ordre que celui qui régnait sur l'ancien Continent ; long travail d'analyse et de synthèse, pour le succès duquel aucun effort ne fut ménagé ! Pendant plusieurs années, les entomologistes américains parcoururent les pays d'Europe ou d'Asie dans lesquels se cantonnait la Gipsy. En France, en Allemagne, en Autriche, en Russie et jusqu'au Japon, des laboratoires ou des stations temporaires furent créés, soit pour l'étude des ennemis naturels du néfaste Bombyx, soit pour la centralisation et l'expédition en Amérique des précieux parasites vivant à ses dépens.

Des tombereaux de pontes, de chenilles et de chrysalides hébergeant à leur intérieur les germes ou les larves des bons insectes qu'il s'agissait d'acclimater furent, à cette époque, déchargés dans nos ports et transportés dans des caisses sur les paquebots en partance pour New-York ou pour Boston. D'autre part, dans la banlieue de cette dernière ville, un laboratoire avait été spécialement installé pour l'élevage des parasites de la Gipsy, laboratoire dont le personnel, au moment où je le visitais en 1913, ne comprenait pas moins de trente travailleurs ou employés, les uns se consacrant aux

Digitized by Google

études biologiques et aux opérations d'élevage, tandis que les autres s'occupaient de l'alimentation des chenilles nécessaires à la multiplication des bons parasites et leur distribuaient le feuillage sur des étagères à claire-voie qui, de chaque côté de galeries tout en bois construites, déroulaient leur longue perspective.

Pendant de longues années, se poursuivit l'incroyable travail, et le terme n'en est pas encore atteint. Dès maintenant toutefois, l'équilibre cherché tend à se réaliser et chaque année marque un nouveau progrès. Dans les forêts de la Nouvelle Angleterre, il y a aujourd'hui toute une série de bons insectes d'origine européenne ou asiatique donnant chaque année des milliers et des milliers de descendants qui, suivant la taille ou l'instinct de chaque espèce, se partagent le travail de guerre contre la Gipsy : les uns ne savent que l'attaquer dans l'œuf en substituant leur propre germe à celui de l'ennemi ; d'autres excellent à l'assaillir sous sa livrée de chenille ; d'autres enfin, pour donner leur coup de stylet, attendent que, dans la métamorphose, elle s'abandonne au sommeil.

Pitoyable Gipsy, traquée par ses parasites de l'Ancien Monde, dont elle s'était affranchie en traversant l'Atlantique, et que l'Homme dresse à nouveau devant elle, elle devra bientôt se contenter sur la terre américaine du rôle effacé qui lui échoit dans notre pays où, une année sur dix, elle parvient à peine à faire parler de ses méfaits !

Combien d'autres exemples que les deux cas extrêmes dont nous venons de parler pourraient être cités !

Dans tous les pays du monde, l'idée d'opposer l'Insecte à l'Insecte a fait fortune ; et maintenant nous voyons de temps à autre dans nos laboratoires des entomologistes voyageurs, partis des antipodes ou de toute autre partie du globe, avec mission de rechercher dans nos campagnes les parasites de quelque nouveau fléau introduit de l'Ancien Monde dans leur lointaine patrie.

L'Europe, d'autre part, a suivi le mouvement : pour la défense du pommier et de quelques autres arbres, plusieurs acquisitions heureuses sont déjà réalisées, tandis que des dispositions sont prises pour faire face à d'autres menaces. Mais sous nos climats d'Europe, les occasions favorables à l'application de la méthode biologique sont relativement peu nombreuses. Les moyens d'action de nos laboratoires, infiniment plus restreints que ceux dont disposent les services scientifiques des régions transocéaniennes, ne nous permettent guère de nous engager dans les travaux fort onéreux et de longue haleine qui sont nécessaires pour mener à bien certaines de ces entreprises ; leur carctère souvent aléatoire invite d'ailleurs à la prudence et leur succès dépend de tant de facteurs que, dans l'état actuel de nos connaissances, l'opération se présente toujours un peu comme une partie de jeu, dans laquelle il y a gros à gagner, mais dont l'issue comporte une part d'incertitude avec laquelle on doit compter.

De méritoires efforts sont faits pourtant depuis quelques années pour connaître d'une façon plus complète les facteurs qui entrent en cause, l'importance relative de chacun d'eux, les conditions dans lesquelles ils interfèrent ou s'additionnent : on tend ainsi de plus en plus vers le but suprême de toute science, celui de prévoir. La première tentative pour donner une représentation mathématique au rôle joué dans la nature par les parasites de nos ennemis, remonte, à ma connaissance, à l'année 1897. Elle est due à deux savants français Bellevoye et Laurent : ces auteurs ont mis en équation deux facteurs, les plus simples de tous, ceux des puissances reproductrices de l'Insecte phytophage et de l'Insecte parasite vivant à ses dépens et, le problème étant ainsi artificiellement limité, ils en ont donné une complète discussion, en envisageant les trois cas qui peuvent se présenter : égalité des deux termes, infériorité ou supériorité de l'un d'entre eux.

Dans ces derniers temps, le travail commencé par Bellevoye et Laurent a été conduit beaucoup plus loin et toute une théorie mathématique de l'action des parasites entomophages, publiée en 1923 dans la *Revue générale des Sciences*, a été édifiée par un savant canadien qui depuis de longues années travaille dans notre pays, M. William Thompson. Appelant à son aide les formules algébriques, les logarithmes, le calcul des probabilités, il s'est efforcé de mettre en équation non seulement le parasitisme unique, mais encore le parasitisme multiple dans lequel l'espèce nuisible se trouve attaquée à la fois par plusieurs ennemis différents, puis il a fait entrer en ligne de compte toute une série de facteurs tels que le degré de concordance dans la succession des générations de l'hôte et du parasite, ainsi que l'hyperparasitisme c'est-à-dire la contre-attaque par des parasites au second degré qui viennent limiter la multiplicaiion et l'efficacité des premiers.

Par le jeu de toutes ces interventions se combinant de mille manières, tantôt l'on verra, sous l'influence des parasites, l'espèce nuisible, suivant un remarquable rythme cyclique, accroître sa population pendant plusieurs années successives, puis déferler en une vague d'invasion qui décroît ensuite rapidement, tantôt au contraire la limite que le parasite assignera à l'Insecte destructeur restera sensiblement au même niveau d'étiage, ou bien enfin tous les intermédiaires possibles se présenteront entre ces deux modalités.

Malgré l'importance de ces recherches, on doit reconnaître que, dans l'ordre des phéno-

Digitized by Google

mènes biologiques, la complexité des facteurs en cause atteint un tel degré que la possibilité d'arriver à une certitude mathématique semble bien devoir nous rester toujours interdite.

Toutefois, sans atteindre à cette certitude, n'est-ce pas déjà beaucoup que de parvenir à la connaissance des faits essentiels et de pouvoir supputer dans une large mesure les chances d'échecs ou de succès ?

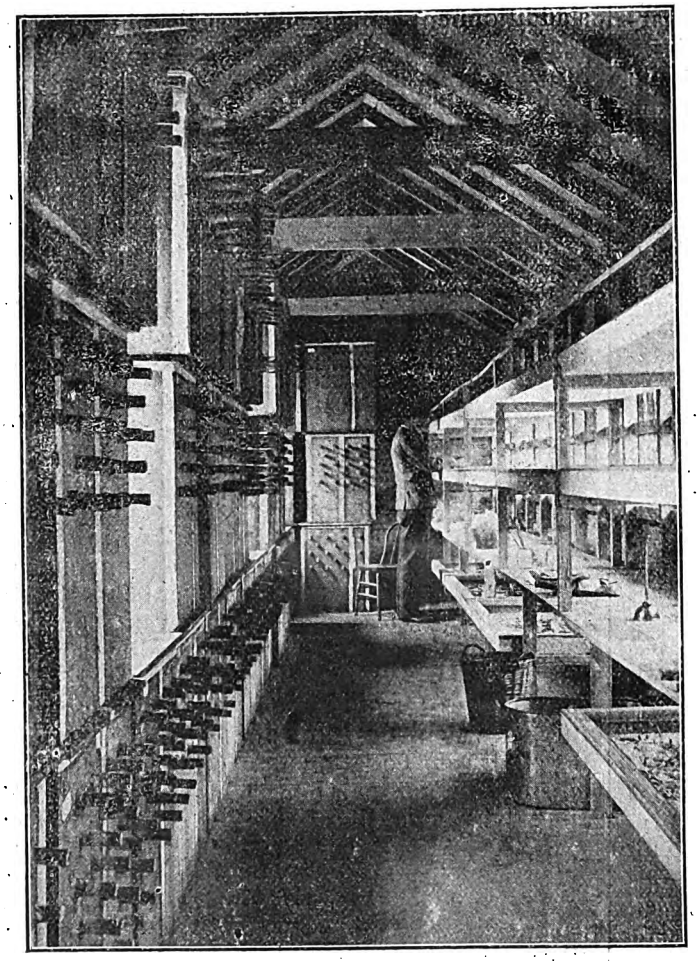


Fig. 336 — Laboratoire d'entomologie de Menton

C'est pour s'orienter dans cette voie que, dans les pays où l'emploi des parasites a pris en agriculture une importance de premier plan, on se rallie de plus en plus à l'idée des études biologiques préalables effectuées dans les patries d'origine. Avant de se lancer dans une campagne nouvelle pour acclimater les ennemis d'un insecte exotique récemment introduit, il convient, estime-t-on, de rechercher quelles sont, dans ce pays, les conditions d'existence de l'insecte ravageur d'une part et celles des ennemis de ce dernier d'autre part. C'est dans ce but que nous voyons établi à Hyères, près de Toulon, depuis plusieurs années déjà, un laboratoire dépendant du Département de l'Agriculture des Etats-Unis et dont les travailleurs se consacrent à l'étude des parasites qui attaquent les très nombreux insectes nuisibles importés d'Europe en Amérique par la voie du commerce. Non loin de là et en fréquente relation avec le précédent, se trouve à Menton un laboratoire relevant de notre Ministère de l'Agriculture. Il est également spécialisé dans les études sur les insectes nuisibles aux cultures et sur leurs ennemis. A l'aide de cages ou d'incubatrices spécialement aménagées, on y fait l'élevage des Coccinelles et de parasites utiles divers que l'on cherche à acclimater sur la Côte d'Azur, d'où chaque année on fait des expéditions dans les pays où leur introduction devient nécessaire. Des colonies de Coccinelles australiennes sont ainsi parties de Menton pour se fixer et se multiplier avec succès dans tout notre domaine nord-africain, en Espagne, en Egypte, en Syrie et jusqu'au Mexique.

De telles organisations marquent un dernier progrès dans la lutte que l'Homme a engagée contre l'Insecte destructeur, celui de mettre les travailleurs de chaque pays à même de bénéficier des résultats acquis en dehors de ses frontières, celui enfin de réaliser l'alliance des peuples contre l'ennemi commun.

En s'approchant du terme de cette lecture, ma conscience se trouble d'une obsédante inquiétude. En vérité, c'est un bien noir tableau de ma très chère amie, la bête articulée, que je vous ai présenté ! N'allez-vous pas la mésestimer ? Ne va-t-il pas ressortir de mon exposé que la seule utilité qui puisse être concédée à l'Insecte est celle de se dévorer lui-même par l'intervention de représentants de sa race spécialement entraînés à cet effet ? Vite, remettons les choses au point ! — Comme tant d'autres thèses, celle des rapports entre l'Insecte et l'Homme se présente sous deux faces qui s'opposent. Laissant dans l'ombre les bienfaits de l'Insecte, je n'ai montré que les torts qu'il nous cause, au risque de paraître justifier le dire de ceux qui prétendent que le préjudice porté laisse au cœur de l'Homme plus de traces que les services rendus. Sentant le poids de ma faute, qui s'est aggravée par des expressions de langage dont l'anthropocentrisme a dû faire frémir d'horreur mes collègues biologistes, je ne puis rester sous le coup d'une responsabilité aussi lourde, et, dans la mesure du possible, je la veux réparer !

Le temps me manquant pour glorifier le monde des Insectes, il me suffira, pour sa dé-

Digitized by Google

fense, de faire appel à ceux qui nous donnent le plus doux des aliments et le plus somptueux des textiles ; j'évoquerai aussi la légion des Abeilles domestiquées ou sauvages, artisanes pour la plante de la fécondation croisée, sans lesquelles tant de nos belles récoltes disparaîtraient de la terre. *Primum vivere*, le pouvoir primordial de vivre, voilà en fin de compte ce que l'Insecte donne à l'Homme et, par surcroît, Abeilles, Fourmis, Guêpes ou Termites, ne lui donnez-vous pas aussi celui de philosopher sur vos étonnantes communautés, où nos eugénistes et nos politiciens pourraient trouver de puissantes inspirations, mais dont les expériences sociales démesurément osées nous invitent pourtant à chercher ailleurs l'idéal.

PAUL MARCHAL,
Membre de l'Institut,
Directeur de la Station Entomologique de Paris
Professeur à l'Institut agronomique.

LA DOCTRINE DE LA CIRCULATION DU LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN

L'histoire des diverses circulations (artérielle, veineuse, capillaire, etc...), montre que ces vérités éclatantes ont eu beaucoup de mal à s'implanter dans la science.

La circulation du sang elle-même a demandé 50 ans pour être admise, et Riolan fils, le plus grand anatomiste d'alors la nia jusqu'à sa mort.

Harwey lui-même ne voulut jamais admettre, même au faîte de sa gloire, la réalité de la circulation lymphatique qui, cependant grandissait encore sa découverte en en faisant un tout harmonieux. « Il est évident, écrit ce grand homme, que le chyle qui est destiné à nourrir tous les animaux est porté des intestins par les veines mésaraïques, et il n'est pas nécessaire que nous cherchions une autre voie par les veines lactées. » Ainsi les anatomistes retombaient dans l'erreur de Galien et, dit Sappey « pendant quelques années on classa les chylifères parmi les êtres chimériques et l'anatomiste qui les a découverts parmi les visionnaires. » Gaspard Aselli les avait cependant observés en Italie, le 22 juillet 1622. Harwey craignait-il de voir sa gloire amoindrie par la découverte d'Aselli ? Il a fallu Jean Pecquet en 1649, Vesling en 1649 et Olaüs Rüdbeck en 1652 pour remettre les choses définitivement au point.

Il n'était pas inutile de rappeler ces faits à propos de la question qui nous intéresse ici, tellement l'histoire est un perpétuel recommencement.

Le rôle absorbant que Harwey reconnaissait au seul système lymphatique répond, *mutatis mutandis*, au rôle de perméabilité actuel des méninges, comme nous le montrerons plus loin.

C'est qu'il faut tout d'abord bien dissocier, au point de vue physiologique, les *phénomènes d'osmose* des *phénomènes circulatoires*.

Ce sont là des phénomènes connexes, mais complètement distincts.

Il ne vient à personne l'idée de nier ces grands courants conjonctifs osmotiques qui constituent le fond du métabolisme basal. Ils existent dans tout l'organisme et dans tous les tissus, mais il est certain que la doctrine de la circulation du sang n'a pu être entamée par ces *imprégnations cellulaires diffuses* allant jusqu'aux centres nerveux et l'on se rappelle cette belle préparation d'Auguste Lumière, montrant le choc par bleu de Prusse après ligature des carotides chez le chien. Or, les particules de bleu de Prusse parvenaient jusqu'aux centres nerveux, malgré cette ligature.

Toutes ces considérations n'étaient pas inutiles avant l'exposé de notre question.

I

Le 17 octobre 1903, je faisais à la Société de Biologie (*C. R.*, p. 1167), une communication intitulée : *La circulation du liquide céphalo-rachidien* et, le 11 novembre 1903, je donnais à la *Presse médicale* (n° 90), un article important sur le même sujet. Dix ans après je publiais une maquette de 96 pages (chez Baillière, 1912), intitulée : *La circulation du liquide céphalo-rachidien avec applications à la thérapeutique*. Neuf schémas complétaient ma pensée, et c'était une mise au point pour l'époque, il y a 15 ans. Voici, résumés schématiquement, les principaux faits d'ordre nouveau que je donnais dès mon premier travail de 1903.

1° Il n'y a pas de *mouvements de flux et de reflux* du liquide céphalo-rachidien, comme l'exposait la théorie régnante.

2° La perméabilité de la membrane séreuse sous-arachnoïdienne est un mythe.

C'est plutôt une barrière qu'une membrane filtrante : « le liquide céphalo-rachidien n'est ni une filtration ni un produit de la membrane séreuse. » Qu'on remplace partout, écrivai-je, le mot « tension osmotique », par « circulation » et tout le mécanisme alors s'éclaire.

3° Il existe, en réalité, un véritable appareil glandulaire avec sécrétion du liquide qui se déverse dans le sac sous-arachnoïdien (faux canal excréteur) et qui, venant du sang des vaisseaux afférents des riches plexus choroïdes, retourne au sang, par l'intermédiaire des gaines péri-

Digitized by Google

vasculaires ou communications lymphatiques.

Il y aurait donc une véritable circulation, comme celle du sang artériel, veineux et lymphatique, allant du sang au sang, par l'intermédiaire de la circulation lymphatique (réservoir de Pecquet, veine sous-clavière gauche et grande circulation).

Le schéma ci-joint fera bien comprendre ce mécanisme en en montrant les différents chaînons (fig. 337) :

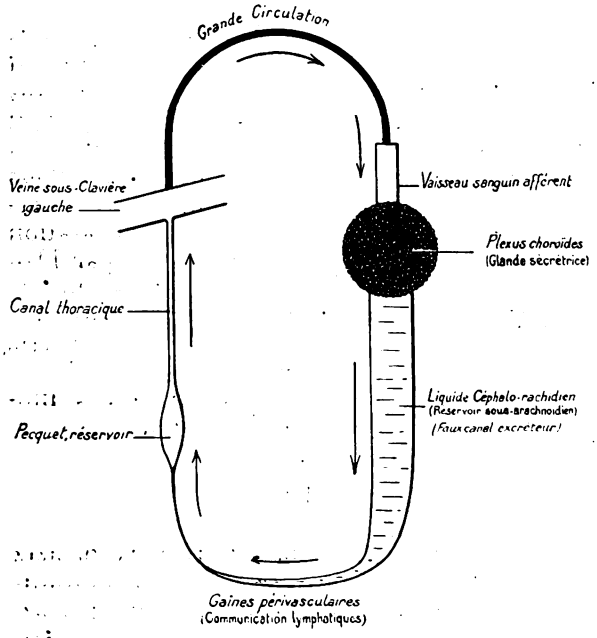


Fig. 337
Schéma de la circulation du liquide céphalo-rachidien (d'après Cathelin)

4° Le point délicat qui est la question *frontière*, c'est-à-dire le point exact où se fait le changement de composition des 2 liquides circulants (céphalo-rachidien et lymphatique), a été placé par moi dans le tissu spongieux des gaines périvasculaires, qui s'ouvrent on le sait, à plein canal dans le liquide céphalo-rachidien mais qui, à leur autre extrémité, renferment de la lymphe, et je concluais en disant : « Ce ne sont des gaines lymphatiques qu'à demi ; c'est une sorte de réseau capillaire à circulation ralentie où se feraient les changements de composition des 2 liquides et qui serait aux deux circulations, lymphatique et céphalo-rachidienne, comme le réseau capillaire général est aux deux circulations artérielle et veineuse ». Ces deux circulations céphalo-rachidienne et lymphatique (y compris celle des chylifères), devenaient donc des circulations vassales de la grande circulation sanguine génératrice, par l'intermédiaire de la circulation veineuse collectrice.

5° Je montrais encore qu'il s'agissait d'un système à diverticules, d'apparence fermé de tous côtés et parfaitement autonome ; que les glandes choroïdes n'étaient pas comme les autres glandes et qu'il fallait les rapprocher des organes lymphoïdes de l'organisme.

6° Enfin, je donnais à l'appui de cette théorie nouvelle de la circulation du liquide céphalo-rachidien, toute une série de preuves anatomiques, physiologiques, expérimentales, cliniques, opératoires, pathologiques et chirurgicales absolument indéniables.

II

Le moment semble venu d'examiner les opinions diverses des auteurs qui, depuis nous, se sont occupés de cette si intéressante question en mentionnant les faits nouveaux ou les différences d'interprétation qu'ils ont apportées.

Rappelons d'abord que, bien avant Magendie, Haller dans ses *Eléments de physiologie*, parus à Lausanne en 1760 (t. IV *Aqua ventriculorum*) avait déjà parlé « d'une vapeur... qui exhalée par la membrane propre du ventricule et par les *plexus choroïdes* », mais à notre avis, c'est Magendie qui, en 1825, a bien mis au point toute une série de détails qui aurait dû faire penser plus tôt à la doctrine de la circulation.

Ainsi, je relève, page 51 :

« Une substance saline, facile à distinguer par les réactifs est-elle brusquement introduite dans la circulation par une veine, peu d'instants après, la substance injectée manifeste sa présence dans le liquide cérébro-spinal. »

(Il s'agissait du prussiate de potasse et de l'IK ioduré.)

Plus loin, je lis :

« D'autre part, quand le sang éprouve quelques altérations profondes, soit dans la nature ou les proportions de ses éléments, le liquide est modifié. »

Enfin, p. 80, il parle « de l'accumulation du liquide cérébro-spinal par gêne ou empêchement du cours du sang veineux cérébral », et p. 87 « de l'augmentation du liquide cérébro-spinal par congestion habituelle du sang vers le cerveau. »

Parmi les auteurs contemporains qui se sont occupés de la question, signalons surtout :

1° MILIAN, le distingué syphiligraphe, est le premier auteur qui ait accepté dans son intégralité le mécanisme du circulus du liquide céphalo-rachidien. Dans son beau livre sur cette humeur (1904, chez Steinheil), il écrit expressément, dès la première page : « C'est Cathelin qui, récemment, a pour la première fois, en se basant sur de nombreuses preuves, émis nettement l'idée d'une circulation du liquide céphalo-rachidien commençant aux plexus choroïdes sécréteurs, se déversant dans les espaces sous-arachnoïdiens, et passant de là dans la circulation lymphatique d'abord, san-

Digitized by Google

guine ensuite, par l'intermédiaire des gaines lymphatiques périvasculaires.

Bien qu'il reste encore un certain nombre de points de détail à éclaircir dans cette question du circulus du liquide céphalo-rachidien, je suis, pour ma part, pleinement convaincu de son existence. »

2° MESTREZAT, publia un superbe ouvrage de 700 pages, qui est le plus beau depuis celui de Magendie, et où il se range résolument à nos côtés en donnant même à la question un développement important que seul, un chimiste éprouvé pouvait traiter.

Ce livre fait honneur à la Faculté de Montpellier et comme je l'ai écrit : « Son livre est de ceux qui resteront pour jalonner, comme de grandes antennes rayonnantes, la route de domaines encore inconnus. »

Après l'étude purement physiologique que j'ai donnée de la circulation, qui a rénové tous les travaux en substituant un phénomène physique et mécanique à un phénomène d'irritation ou inflammatoire, voici que l'étude purement chimique, avec Mestrezat, acquiert une valeur clinique de tout premier ordre, et qu'il est même possible d'ébaucher, dès maintenant, des formules chimiques permettant d'affirmer des diagnostics difficiles et d'étiqueter une symptomatologie hésitante.

Cet auteur fait jouer un rôle important au système veineux, dans la voie de retour du liquide cérébro-spinal et c'est là son principal mérite.

3° A. BABÈS et I. BUIA, en 1914, étudièrent la question (voir Réunion biologique de Bucarest, 9 juin 1916 et *Presse médicale*, jeudi 9 novembre 1916, n° 62, p. 504), en s'entourant de toutes les garanties expérimentales.

Buia, en injectant des cadavres d'enfants de 3 mois à 7 ans, avec émulsion de bleu de Prusse, soit entre 3-4 VL, soit entre 2 et 3 VD, a réussi à mettre en évidence les 2 faits suivants :

a) Le tissu conjonctif périneural se colore sur une étendue de 10 à 20 cent. ainsi que la gaine conjonctive des gros vaisseaux du cou.

b) Les quelques lymphatiques profonds du cou, ceux de la région lombaire, le canal thoracique et la grande veine lymphatique se colorent d'une manière manifeste.

4° STEPHEANU-HORBATSKY est certainement, de tous les auteurs, celui qui, après Buia, a le mieux étudié physiologiquement la doctrine de la circulation. Son travail a été fait au laboratoire d'anatomie descriptive de la Faculté de Médecine de Bucarest, et a été publié dans la *Presse médicale* du 28 avril 1920, n° 26, p. 254. Voici comment il s'exprime lui-même :

« C'est en 1903 que Cathelin émit pour la première fois et soutint la théorie de la circulation du liquide céphalo-rachidien. Cette nouvelle théorie basée sur des expériences bien établies, remplaça définitivement la théorie du flux et du reflux. A. Babès et I. Buia, en 1904, eurent le mérite d'appliquer à l'étude de la circulation du liquide céphalo-rachidien la meilleure méthode pour mettre en évidence les lymphatiques (émulsion térébenthino-éthérique de bleu de Prusse du Professeur Gérota) et de choisir comme sujets d'étude des fœtus humains. Ils injectèrent l'émulsion de Gérota dans les espaces sous-arachnoïdiens cérébraux au niveau des trois fontanelles. Sur 6 fœtus ainsi injectés, ils constatèrent la coloration des ganglions lymphatiques profonds du cou.

« Nous reprîmes cette étude en 1916 avec Buia, en modifiant toutefois la technique, car nous injections l'émulsion de Gérota dans l'espace médulaire sous-arachnoïdien, qui est plus facilement abordable, en suivant la même voie que celle employée dans la rachi-anesthésie, par le Professeur Th. Jonnesco, mais en nous servant d'aiguilles extrêmement fines.

« Les résultats de nos recherches ayant porté sur 23 cadavres entre 1 mois et 7 ans, ont été communiqués à la Société de Biologie de Bucarest. »

Nous ne pouvons donner ici, faute de place, le détail des très intéressantes expériences poursuivies à Bucarest par l'habile expérimentateur qu'est Stepheanu-Horbatsky, mais nous donnerons seulement ses conclusions avec le schéma de la circulation, tel qu'il la comprend (fig. 2) :

« En même temps, elles tendent à mettre en et précisent toute une série de faits antérieurement constatés et avec des preuves nouvelles établissant un certain nombre de données déjà énoncées à l'état hypothétique, mais incomplètement démontrées.

En même temps, elles tendent à mettre en évidence l'ensemble d'une question d'une importance capitale, celle de la circulation du liquide céphalo-rachidien, question qui, une fois résolue, aura comme conséquence un grand nombre d'applications pratiques médico-chirurgicales et ouvrira la voie à de nouvelles et de nombreuses recherches.

« 1. L'injection au bleu de Prusse, de l'espace sous-arachnoïdien passe par la gaine péri-neurale, de là par les lymphatiques qui en partent, arrive dans les ganglions lymphatiques et colore les vaisseaux afférents et efférents de ceux-ci, la citerne de Pecquet, le canal thoracique et la grande veine lymphatique.

« 2. Les injections sous-arachnoïdiennes au bleu de méthylène *in vivo* suivent les mêmes voies que celles au bleu de Prusse et confirment sur l'homme vivant les résultats obtenus avec l'émulsion de Gérota sur les cadavres.

« 3. Le bleu de méthylène injecté dans l'espace sous-arachnoïdien lombaire colore, dans certains cas, des segments limités de la moelle situés au voisinage immédiat du point de l'in-

Digitized by Google

jection et, dans la grande majorité des cas, elle colore la moelle, l'isthme et la base du cerveau, et pénètre dans les ventricules. Des résultats analogues sont obtenus à l'aide du bleu de Prusse.

« 4. Une injection au bleu de Prusse, poussée dans la gaine d'un nerf, diffuse indifféremment de bas en haut ou de haut en bas dans la gaine lymphatique péri-neurale, qui est la continuation directe des espaces sous-arachnoïdiens.

« 5. La présence du colorant dans les sinus crâniens, dans les jugulaires et dans les réseaux veineux du crâne démontre les communications directes qui existent entre les espaces sous-arachnoïdiens et le système veineux.

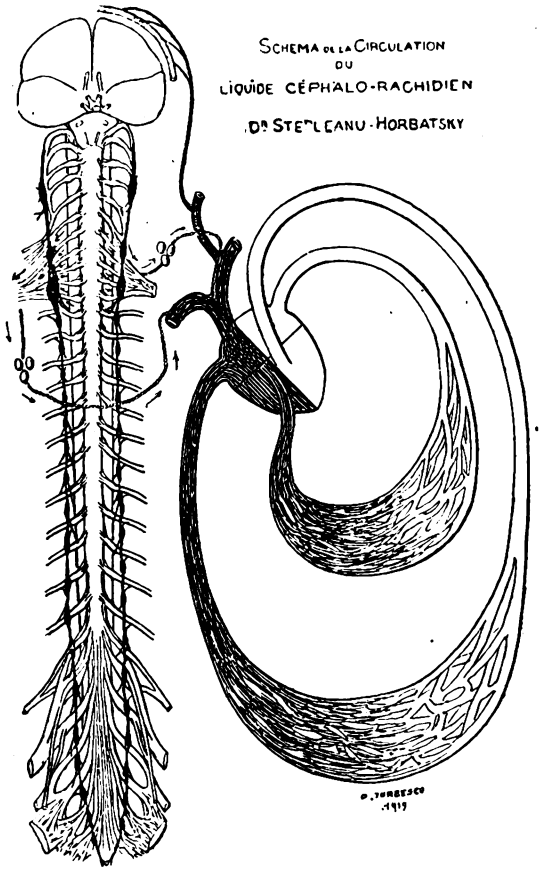


Fig. 238
Schéma de la circulation du liquide céphalo-rachidien

« Si maintenant, dans une vue d'ensemble, nous embrassons les travaux antérieurs complétés par nos recherches personnelles, tant sur les cadavres que sur l'être vivant, nous nous croyons en droit d'affirmer que le liquide céphalo-rachidien circule, mais contrairement à Cathelin, qui donne à cette circulation une trop grande extension et la considère comme une circulation à cycle complet, nous croyons que cette circulation, d'un type spécial, ne serait qu'un écoulement continuel et très lent du liquide céphalo-rachidien qui présente trois voies normales d'écoulement :

a) Une voie principale qui, des gaines sous-arachnoïdiennes gagne la circulation générale en passant successivement par les lymphatiques des gaines nerveuses, les ganglions auxquels ceux-ci se rendent, puis par les afférents des ganglions à la citerne de Pecquet, au canal thoracique ou à la grande veine lymphatique et, finalement au confluent jugulo-sous-clavier ;

b) Une voie de dérivation secondaire suivie par le liquide céphalo-rachidien qui passe directement dans la circulation veineuse de l'encéphale et de là dans la circulation générale ; et enfin,

c) Une dernière voie de dérivation secondaire qui ne nous a pas paru constante, reprséentée par les gaines vasculaires, le système lymphatique et la grande circulation.

« On ne peut donc pas parler d'une circulation du liquide céphalo-rachidien comme l'on parle de la circulation sanguine et lymphatique. Les centres et les nerfs périphériques qui en sont les prolongements baignent d'une façon continuelle dans un liquide qui progresse continuellement du centre vers la périphérie, quelle que soit d'ailleurs la cause de cette progression.

« Or, comme on n'a pas encore décrit des lymphatiques propres aux centres, nous croyons pouvoir affirmer que l'on peut assimiler la circulation du liquide céphalo-rachidien à une véritable circulation lymphatique du système nerveux et que les espaces sous-arachnoïdiens ne seraient, par conséquent, que les lymphatiques mêmes des centres nerveux. »

III

La doctrine de la circulation du liquide céphalo-rachidien est intimement liée à celle dite de la perméabilité méningée que personnellement nous avons toujours considéré comme une des grandes erreurs physiologiques actuelles.

Voyons donc, rapidement, les diverses théories proposées sur cette intéressante question :

1. *Théorie ancienne de la perméabilité vraie, intégrale*, de Widal et Sicard, rajeunie par Mme Zilberlast-Zand avec sa découverte des *histiocytes* au laboratoire neurologique de la Société scientifique de Varsovie (Dr Flatau), *Revue Neurolog.*, sept. 24.

« L'ancienne théorie de la perméabilité méningée vraie, écrit Cestan, vient d'avoir un regain d'actualité à la suite des travaux de Mme Zilberlast-Zand. Cet auteur, après ablation d'un lambeau de pie-mère cérébrale, constate que l'injection intra-veineuse de bleu de trypan envahit le cortex à l'endroit dénudé, alors que, partout ailleurs, ce colorant respecte le névraxe. C'est donc la pie-mère qui protégerait les centres nerveux. Le microscope montre de plus,

Digitized by Google

dans l'épaisseur de cette méninge, des cellules spéciales, les « histiocytes », cellules de défense qui absorbent les colorants vitaux. Ces histiocytes se rencontrent encore au niveau des prolongements pie-mériens qui accompagnent les artères dans la profondeur. D'après Mme Zilberlast-Zand, les phénomènes de perméabilité méningée dépendraient avant tout de ces éléments particuliers. »

2. *Théorie du complexe physiologique*, de Stern, Gauthier et Monakow.

« Pour certains auteurs, écrit Cestan, la barrière interposée entre les vaisseaux et les centres nerveux représente un complexe physiologique. Elle résulte en effet, de l'action combinée de tissus nombreux et très différents les uns des autres, mais qui tous, s'opposent à la pénétration dans le névraxe ou le liquide céphalo-rachidien de la majeure partie des substances étrangères venues du sang. Ce rôle de défense est assuré par la névroglie (élément d'arrêt placé entre la cellule ganglionnaire et les vaisseaux), par les plexus choroïdes (dont l'épithélium est un filtre électif), par l'endothélium des capillaires cérébro-méningés, par l'épendyme, par d'autres formations encore. De la synergie fonctionnelle de tous ces éléments, nait la perméabilité méningée. Grâce à elle, le fluide cérébro-spinal garde une composition constante.

3. *Théorie de la non perméabilité absolue*, de Cathelin, Schmorl, Milian et Mestrezat. C'est un corollaire évident de la doctrine de la circulation du liquide céphalo-rachidien. Milian écrivait déjà, en 1904 :

« Il me semble qu'on peut tirer de tout cela les conclusions suivantes :

a) Le passage de l'iodure dans le liquide céphalo-rachidien ne peut servir à différencier la méningite tuberculeuse de la méningite cérébro-spinale ;

b) L'intégrité du liquide céphalo-rachidien, dans l'épreuve de l'iodure, ne permet pas de nier la méningite ;

c) Enfin, déduction qui me paraît s'imposer d'une manière absolue : puisque le passage de l'iodure, du sang vers le liquide céphalo-rachidien ne se produit pas d'une manière constante dans les méningites, ce n'est pas l'altération des méninges qui produit ce passage. Et, puisque les plexus choroïdes président à la sécrétion du liquide céphalo-rachidien, c'est probablement à leur altération qu'il faut rapporter ce phénomène. Il me semble donc qu'au lieu de chercher dans le passage de l'iodure la preuve d'une altération méningée, il faut plutôt y voir la probabilité d'une altération des plexus choroïdes. Un argument positif en faveur de ce fait est la constatation du passage de l'iodure dans les hémorragies méningées corticales.

« Il ne faut donc pas parler, à notre avis, de perméabilité méningée de dehors en dedans. Il faut encore moins parler de perméabilité méningée de dedans en dehors, car l'iodure ne traverse pas les méninges pour sortir du réservoir sous-arachnoïdien ; il suit tout simplement les voies naturelles du circulus, bien connu aujourd'hui du liquide céphalo-rachidien, c'est-à-dire qu'il s'échappe par les gaines périvasculaires et gagne rapidement, par leur intermédiaire, les torrents lymphatique et circulatoire. C'est même ce qui explique son arrivée si rapide dans les urines. »

« Mestrezat, écrit Cestan, dans sa thèse si importante de 1911, dit expressément que les phénomènes de perméabilité méningée sont une magnifique démonstration de l'électivité de la filtration des plexus. »

Plus tard, au cours d'une vive controverse avec Cathelin, il précise encore : « A l'état physiologique, toute perméabilité de dehors en dedans doit être rapportée aux plexus. La perméabilité de dedans en dehors utilise par contre les voies naturelles d'écoulement du liquide céphalo-rachidien... sans que la perméabilité d'aucune membrane ait à intervenir. »

« Cathelin est formel, dit Cestan, et considère les enveloppes méningées comme strictement imperméables dans tous les sens. »

Cette notion de « perméabilité choroïdienne » a été renforcée par les observations de Goldmann, d'après qui le bleu du trypan, injecté dans les veines, colore les plexus avec une remarquable intensité. Rafka utilisant l'uranine, constate un fait analogue. A la suite de ses études sur le passage des anticorps dans le liquide céphalo-rachidien, il tend à admettre l'idée d'une filtration élective dépendant des plexus seuls. »

Plusieurs faits lointains avaient déjà attirés spécialement mon attention.

Thaon (Soc. de Biol., 19 juin 1904), en étudiant le liquide céphalo-rachidien au cours de la variole, constate des phénomènes nerveux très violents, avec cependant une lymphocytose discrète or, il y avait, dit-il, une opposition manifeste entre les symptômes cliniques et l'absence de réaction méningée cytologique.

De même, Roger Voisin, dans sa thèse, en 1904, constate qu'il y avait des troubles du côté du liquide céphalo-rachidien, même quand il n'y avait pas de réaction méningée.

On lira également la communication de S.-P. Krammer (de Cincinnati), dans le *New-York méd. Journal* (t. XCV, n° 11, 16 mars 1912. p. 532-534) et intitulée : La circulation du liquide céphalo-rachidien et son rôle dans la pathogénie des processus polyomyélitiques.

4. *Théorie de la perméabilité vasculaire*, de Cestan, Laborde et Riser.

Ces auteurs toulousains ont fait une importante étude sur ce qu'ils appellent *la barrière hémato-encéphalique* et pensent que la perméa-

Digitized by Google

bilité méningée n'est qu'un *mode de la perméabilité vasculaire*. Voici qu'elle est leur conclusion :

« Et cependant, il faut expliquer cette constatation faite par Stern et Gauthier, et que nous avons contrôlée : les substances étrangères qui passent dans le liquide céphalo-rachidien se retrouvent dans le parenchyme nerveux. Nous avons montré plus haut l'importance des phénomènes de perméabilité des vaisseaux au niveau de n'importe quel district méningé ; certaines substances telles que le salicylate de soude, les bromures, l'urée, traversent les parois des vaisseaux méningés et pénètrent dans le liquide céphalo-rachidien où on peut très facilement les mettre en évidence.

« Nous pensons qu'il en est de même au niveau des vaisseaux du parenchyme nerveux, car les propriétés biologiques de perméabilité des capillaires à l'égard des mêmes produits sont probablement invariables, que ces capillaires soient situés dans la substance nerveuse ou dans la méninge molle.

« Le salicylate, l'urée, traversent indistinctement l'endothélium des vaisseaux méningés et parenchymateux, et c'est pourquoi ces substances sont retrouvées à la fois dans le liquide céphalo-rachidien et la masse nerveuse. Il s'agit-là, encore uniquement de perméabilité vasculaire, et nous proposons la formule suivante qui, à notre avis, est beaucoup plus exacte que le schéma de Stern :

$$\text{Sang} \rightarrow \text{parois vasculaire} \begin{cases} \rightarrow \text{L. C. R.} \\ \rightarrow \text{plasma péricellulaire et cellules nerveuses.} \end{cases}$$

« Le névraxe et le fluide cérébro-spinal représentent deux formations en contact intime, mais ne dépendant que fort peu l'une de l'autre, conservant leur autonomie ; toutes deux, par contre, dépendent directement des vaisseaux.

« D'ailleurs, nous pensons qu'il faut encore élever le problème. Dans tout l'organisme au niveau de tous les tissus et de tous les parenchymes, les parois vasculaires ne sont pas de simples membranes ; elles s'opposent par un rôle vital de protection à la pénétration indistincte dans les tissus des produits que le sang véhicule ; ce sont elles qui assurent l'équilibre osmotique et règlent les échanges ; et ce pouvoir sélectif est parfois extraordinairement différencié et réversible, puisque pour certains corps, il n'y a pas de perméabilité de dedans en dehors, tandis que l'absorption de dehors en dedans est manifeste (résorption par les vaisseaux de substances introduites dans le tissu cellulaire sous-cutané, dans le liquide céphalo-rachidien, alors que l'inverse ne s'observe jamais, ce qui est le cas pour les iodures, le bleu de méthylène, la P. S. P.

L'étude de cette perméabilité vasculaire telle que nous la concevons est à peine ébauchée, car c'est là un problème difficile, dont les aspects sont innombrables, mais son importance physiologique mérite tous les efforts. »

***

Nous n'avons voulu donner ici qu'une fresque, un exposé général de la question et le bilan actuel d'un sujet passionnant entre tous, qui peut être générateur d'énergie ou animateur d'idées plus fécondes (1).

Les théories restent, quoi qu'on dise, notre *credo scientifique provisoire*, tant que les faits expérimentaux viennent les confirmer ou les rejeter.

C'est ce qu'a excellemment écrit avec le grand sens intuitif qui le caractérise, M. le Pr Roger, à propos de la théorie de l'immunité contre les toxines d'Erlich : (in *Presse médic.*, 16 sept. 1915, p. 326).

« Tout cela, dira-t-on, n'est que de la théorie ; sans doute, mais cette théorie est bonne parce qu'elle fixe les idées et permet d'expliquer les faits. »

Dr Cathelin,
Ancien Chef de Clinique de la Faculté.

LA CONQUÊTE AÉRIENNE DU PÔLE

C'est en 1896 que l'ingénieur suédois Andrée fit la première tentative de conquête aérienne du Pôle Nord, tentative qui restera toujours dans la mémoire des hommes.

Andrée avait réussi à traverser la mer Baltique en ballon libre et était un aéronaute distingué, Un hivernage au Spitzberg l'avait classé parmi les explorateurs polaires et on cite encore, dans les traités spéciaux, ses observations d'électricité atmosphérique. En 1895, il obtint le patronage du roi de Suède pour l'exploration en ballon libre de la région du pôle : le départ devait avoir lieu du Spitzberg, où se ferait le gonflement de l'aérostat.

Andrée fit construire en France un ballon sphérique de 4.500 mètres cubes, qu'il appela le *Pôle Nord ;* il partit pour le Spitzberg pendant l'été de 1896.

Un hangar fut édifié sur l'île des Danois, par 80°N et 10°E, et le ballon fut gonflé à la fin de juillet. Pendant tout le mois d'août, on attendit vainement les vents du Sud, et Andrée dut renoncer, cette année-là, à son entreprise.

(1) G. Lebouco. L'humeur aqueuse circule-t-elle ? *Bull. Ac. Roy. méd. Belgique*, tome XXX, n° 9, 30 oct. 1920, *in Pr. méd.*, 22 janvier 1921, n° 7, p. 72.

Digitized by Google

Il revint en Suède, où il subit les attaques injustifiées et moqueuses d'une presse ignorante.

Mais, toujours ferme dans son but, Andrée profita de ce délai forcé pour apporter à son ballon plusieurs améliorations importantes, et il repartit pour le Spitzberg au mois de mai 1897.

Le ballon est, cette fois, prêt à partir dès le 22 juin. Le 11 juillet, par vent du Sud bien établi, Andrée et ses deux compagnons, Fraenkel et Strindberg, prennent place dans la nacelle, qui contient quatre mois de vivres, et les derniers cordages retenant le ballon sont coupés.

Le vent entraîne aussitôt l'aérostat vers le Nord. Bientôt, il disparaît derrière une chaîne de collines.

Le départ d'une expédition polaire est toujours émouvant, mais ce départ-là, ce saut si brusque dans l'inconnu l'était encore davantage. Ceux qui y assistèrent regardèrent longtemps les collines derrière lesquelles le ballon d'Andrée avait disparu vers le Nord. « Nous restions-là, a dit un des témoins, immobiles, sans mot dire, le cœur serré par l'émotion. Le grand espoir de conquérir le Pôle par la voie des airs allait-il se réaliser ? »

Qu'est devenu Andrée ? On ne le saura jamais sans doute. On a retrouvé deux boucs flottantes, lâchées par les aéronautes quelques heures après leur départ, et un pigeon voyageur, lâché le surlendemain. Puis, plus rien...

Une angoisse étreignit le monde. On se rendit compte que les sarcasmes dont on avait accablé Andrée et ses compagnons étaient déplacés, et que les hommes, qui s'étaient lancés dans cette aventure et qui venaient de disparaître, appartenaient à la lignée des héros dont la tâche est de conquérir la planète et de vaincre la nature, puisque, aussi bien, c'est la destinée superbe de l'homme.

Le roi de Suède envoya au Spitzberg, à la Terre François-Joseph, au Groenland, des navires à la recherche d'Andrée. Des indigènes de la Sibérie septentrionale prétendirent avoir aperçu son ballon, mais c'était faux. Des esquimaux d'Angmasalik, sur la côte du Groenland oriental, crurent, une nuit, entendre des coups de feu sur la banquise, et on pensa que c'était Andrée. Ce n'était qu'une illusion.

Le mystère ne sera jamais levé. Nous ne saurons pas comment Andrée, Fraenkel et Strindberg sont morts, victimes de leur folie héroïque. C'était en effet une folie, en 1897, au moment où la navigation aérienne n'était encore qu'à ses débuts, de vouloir à la fois conquérir les airs et le pôle.

***

En 1906, l'Américain Walter Wellmann projeta d'atteindre le pôle en ballon dirigeable. Le départ devait avoir lieu du Spitzberg, et un ballon dirigeable de 67 mètres de longueur et de 7.500 mètres cubes fut amené sur place. L'équipage devait être de 4 ou 5 hommes, qui emporteraient des traîneaux pour revenir à pied sur la banquise, et assez de vivres pour hiverner, s'il y avait lieu.

En 1906, Wellmann revint en Amérique, sans avoir même essayé de partir. Le 2 septembre 1907 il fit une tentative d'appareillage ; une tempête de neige le força à atterrir, en faisant des avaries irréparables. Il ne fut plus question pour lui de voyage au pôle.

***

Ce ne fut pas par la voie aérienne que le Pôle Nord fut atteint pour la première fois : le 6 avril 1909, Peary y plantait le pavillon américain. Il fallut attendre quinze ans avant que des tentatives sérieuses de conquête aérienne du pôle fussent entreprises. Et c'est Amundsen, le célèbre explorateur polaire qui, après avoir atteint le Pôle Sud en 1911, prend la tête de ces tentatives.

Il fallait d'ailleurs, pour atteindre le pôle en avion, en partant d'une des terres boréales les plus rapprochées, parcourir au moins 2.400 kilomètres aller et retour, et ce n'est que tout récemment qu'on a construit des aéronefs d'un pareil rayon d'action.

Un premier essai d'envol eut lieu en 1924, en partant de l'Alaska à bord d'un avion Junker, qui avait réussi à tenir l'air pendant 27 heures. Mais l'appareil fut avarié avant d'avoir quitté le sol.

En 1925, grâce à l'appui financier de l'Américain Lincoln Ellsworth, Amundsen put renouveler sa tentative. Il se procura deux hydravions à coque entièrement métallique, modèle Dornier-Wall, munis de deux moteurs Rolls-Royce de 360 chevaux en tandem. Chaque avion pouvait enlever une charge utile de 3.000 kilogrammes, à la vitesse de 180 kilomètres à l'heure. Différentes dispositions de détail permettaient de lutter efficacement contre les basses températures, qui d'ailleurs, dans la saison d'été, ne devaient pas être inférieures à — 15°. Des réchauds catalytiques Therm'x furent employés avec succès pour échauffer les moteurs au moment de la mise en marche.

Les appareils de navigation comprenaient des compas magnétiques, en particulier un compas solaire, imaginé par Amundsen, dans lequel un mouvement d'horlogerie maintenait un viseur toujours dans la direction du soleil si l'hydravion faisait bonne route ; des sextants à bulle, un sextant de poche avec horizon artificiel permettaient de faire le point soit en l'air, soit sur la banquise ; un dérivomètre ingénieux mesurait à tout instant la dérive.

Digitized by Google

En outre des vêtements polaires, des appareils de navigation et des rechanges pour moteurs, chaque appareil emportait 90 kilogrammes d'approvisionnement (pemmican, chocolat, biscuits, lait), calculé à raison d'un kilogramme par personne et par jour (soit 30 jours de vivres), un bateau pliant, un traîneau, une tente, des skis, un réchaud Primus avec marmite en aluminium et 30 litres de pétrole, un fourneau Meta et une provision d'alcool solidifié, des bombes fumigènes destinées à indiquer le vent au voisinage du sol avant l'atterrissage, un appareil cinématographique, un appareil photographique. L'un des hydravions portait un sondeur Behm par le son.

Au mois d'avril, les deux hydravions furent transportés démontés au Spitzberg, dans la Baie du Roi, choisie comme point de départ, et dès le début de mai, ils étaient remontés et prêts à partir au premier moment favorable. Une station météorologique fut établie sur place et dirigée par un spécialiste, Jacob Bjerknes. Cette station non seulement faisait de très fréquentes observations météorologiques, en particulier sur la visibilité, explorait la haute atmosphère à l'aide de ballons-pilotes, mais elle recevait par télégraphie sans fil les observations météorologiques des principales stations de l'Europe septentrionale, des Etats-Unis et de l'Alaska. J. Bjerknes était donc en mesure d'établir une prévision rationnelle du temps. Le type de temps favorable à l'expédition comportait un anti cyclone sur le pôle, donnant au Spitzberg, jusqu'à de hautes altitudes, des vents du Nord-Est.

Ces circonstances météorologiques favorables se produisent le 21 mai. Le départ est décidé. Amundsen embarque sur le N-25, avec Riiser-Larsen comme pilote et Fencht comme mécanicien. L'autre appareil, le N-24, a également un équipage de 3 hommes : Dietrichson comme pilote, Ellsworth comme observateur, Omdal comme mécanicien.

A 17 heures, les deux hydravions prennent leur vol et se dirigent vers le Nord. A peine la partie septentrionale du Spitzberg est-elle dépassée que la brume cache la banquise. Les avions la survolent, et, sur elle, leur ombre entourée d'un magnifique cercle d'Ulloa, produit le plus bel effet de réfraction qu'on puisse imaginer. Peu après 20 heures, la brume devient moins épaisse et bientôt disparaît. La banquise s'étend, sans limite.

« Le pack, écrit Amundsen, présente l'aspect d'une suite continue de champs entourés de hautes murettes ; les champs sont très étroits et les murettes très larges, plus larges même que les champs. Nulle part le moindre espace plan ; partout de longues chaînes de monticules et des labyrinthes de saillies rébarbatives. Parfois un petit ruisseau se découvre, mais si petit qu'on pourrait le franchir d'une enjambée. Jamais je n'ai vu un paysage aussi uniforme. »

La température est de — 13°.

Le 22, à 1 h. 15, pour la première fois, une nappe d'eau assez large apparaît. C'est une chance, car la moitié de la provision d'essence est consommée. Amundsen décide de descendre, et l'amerrissage des deux avions se fait sans trop de difficultés, grâce à l'habileté de leurs pilotes.

Le point est immédiatement déterminé : 87°43' de latitude, 10°20' de longitude ouest.

Le sondeur Behm donne comme profondeur 3.750 mètres. Comme l'avait déjà montré Nansen, l'Océan Arctique est donc très profond.

Un des avions, le N25, est hissé sur la banquise avec beaucoup de difficultés. L'autre, dont la coque a une voie d'eau, est abandonné : les deux équipes rentreront au Spitzberg sur le N25, qu'il s'agit maintenant de faire appareiller. Ce n'est pas facile. Il faut aménager une piste de départ, et cela nécessite un déblaiement considérable de neige et de glace. Les explorateurs s'y emploient sans répit jusqu'au 15 juin, en rationnant leurs vivres le plus qu'ils peuvent, afin de se ménager la possibilité, si leur tentative d'envol échoue, de regagner à pied sur la banquise la terre la plus proche, qui est le cap Columbia, de la Terre de Grant, où des vivres ont été déposés à leur intention.

Le 15 juin, à 10 h. 30, les six voyageurs prennent place dans le N25, que pilote toujours Riiser-Larsen. Un moment d'anxiété... L'avion s'envolera-t-il ?... Il glisse..., il décolle... Un suprême adieu au N24, désormais abandonné aux vicissitudes des courants marins et des convulsions de la banquise... et la route est donnée vers le Spitzberg, qui est à 850 kilomètres de distance. L'équipement et les vivres embarqués sont réduits à la plus simple expression, et une panne serait cette fois fatale. Mais les moteurs tournent sans faiblir. La brume, gênante par place, n'empêche pas cependant de se diriger, et bientôt les montagnes du Spitzberg apparaissent au-dessus des montagnes que survole l'avion, puis c'est la mer libre.

Il était temps, car la commande des ailerons de gauchissement se coince et une descente immédiate devient nécessaire. L'amerrissage a lieu sans incident, mais il faut naviguer pendant une heure encore à la surface d'une mer assez grosse avant d'atteindre la côte du Spitzberg. Et, pour comble de chance, un phoquier norvégien est en vue.

Le voyage avait duré 26 jours. Cette absence, beaucoup plus longue qu'il n'était prévu, avait fort inquiété les admirateurs d'Amundsen. De toutes parts on organisa des expéditions de secours, mais le souvenir d'Andrée était trop vivace encore dans les esprits pour qu'on eût grand espoir de retrouver vivants ces courageux explorateurs. Aussi, leur retour, sur lequel on

Digitized by Google

ne comptait plus, se transforma en apothéose. Amundsen avait ajouté un fleuron magnifique à sa gloire polaire.

*
* *

En 1926, plusieurs expéditions nouvelles s'organisèrent pour tenter de remporter la victoire définitive en survolant le pôle. Leur mobile n'était plus seulement — du moins pour quelques-unes — l'attrait des aventures ou des découvertes géographiques, mais des préoccupations plus intéressées. C'est qu'en effet, le développement de la navigation aérienne fait de l'Arctique le centre du monde, et les nations impérialistes à outrance, comme les Etats-Unis ou la Russie soviétique, s'empressent d'annexer toutes les îles éparses entre l'Amérique ou l'Asie et le Pôle, îles de glace, aujourd'hui sans intérêt, demain peut-être, centres de ravitaillement importants sur les routes aériennes d'Europe ou d'Amérique vers le Japon ou la Chine. Ainsi, autrefois, les premiers explorateurs à la recherche du passage du Nord-Ouest ou du Nord-Est, voulaient avant tout découvrir une route commerciale.

Deux expéditions aériennes réussirent coup sur coup, à quelques jours d'intervalle, à atteindre le pôle.

Le 9 mai 1926, à 1 h. 50, les aviateurs américains Byrd et Bennett, sur avion Fokker trimoteur, monté sur skis, s'envolaient de la Baie du Roi au Spitzberg, et, quinze heures plus tard, étaient de retour après avoir survolé le pôle et parcouru 2.500 kilomètres sans incident d'aucune sorte. Ils n'aperçurent d'ailleurs rien d'autre que la plaine de glaces flottantes vue par Peary lors de son raid de 1919 et par Amundsen pendant son voyage en avion de l'année précédente. Prouesse aérienne incontestable, bien qu'elle fût loin de battre le record de durée en avion, mais, au point de vue géographique, ne rapportant, en somme, que peu de chose.

De son côté, deux jours plus tard, Amundsen réussit à traverser en dirigeable tout l'océan polaire, en passant par le pôle.

La générosité toujours active de l'Américain Lincoln Ellsworth lui avait permis d'acquérir en Italie un dirigeable de 18.500 mètres cubes, à trois moteurs, qui fut appelé le *Norge*, et dont le commandement fut confié au colonel italien Nobile.

Le *Norge* quitta Rome le 10 avril 1926, fit escale en Angleterre, à Pulham, du 11 au 13 avril, à Oslo, à Leningrad du 15 avril au 5 mai, à Vardoe, et arriva le 7 mai à la Baie du Roi, au Spitzberg, où un hangar en planches, recouvert de toiles, avait été construit. Il venait ainsi de parcourir 7.600 kilomètres sans aucune avarie et avec une régularité parfaite.

Pour traverser l'océan Arctique du Spitzberg à l'Alaska, il fallait parcourir 3.400 kilomètres à vol d'oiseau, c'est-à-dire rester au moins 34 heures en l'air, en supposant que la vitesse du dirigeable pût se maintenir à la moyenne de 100 kilomètres, ce qui impliquait un calme à peu près constant et fort improbable. Le combustible nécessaire pour un aussi long parcours, pesait environ 7 tonnes. Ainsi qu'il l'avait fait pour son voyage en avion, Amundsen emporta des vivres pour 2 mois, et tout un équipement de traîneaux et de skis, afin d'avoir quelque chance de gagner la terre la plus proche, s'il était forcé d'abandonner son dirigeable sur la banquise.

Le 11 mai, les météorologistes annoncent un temps favorable. Aussitôt les seize hommes qui doivent prendre part au voyage embarquent dans les nacelles : l'expédition est à la fois norvégienne, américaine et italienne, car elle comprend 9 Norvégiens, dont Amundsen et Riiser-Larsen, un Américain, le mécène de l'expédition Lincoln Ellsworth, et 6 Italiens, dont le colonel Nobile.

A 10 heures, le *Norge* quitte la Baie du Roi, suit vers le Nord la côte Ouest du Spitzberg, accompagné un instant par l'avion de Byrd, qui a pris l'air, et qui tient à être le dernier à souhaiter bon voyage à Amundsen.

Aucun incident ne se produit dans la première partie du voyage, et cette expédition polaire n'a pas d'histoire. Le dirigeable a navigué entre 400 et 800 mètres, et le thermomètre n'est pas descendu au-dessous de — 12°.

Le 12 mai, à 1 heure, le pôle est atteint. Le *Norge* décrit plusieurs circuits au-dessus du pôle, et, successivement, Amundsen, Ellsworth et Nobile lancent au-dessus de la banquise les pavillons de leurs pays.

Puis la route est donnée vers l'Alaska. C'est alors, pour les géographes polaires, que commence la partie la plus intéressante de l'expédition, car le dirigeable va passer au-dessus d'une région complètement inconnue, réputée jusqu'à ce jour comme la plus inaccessible de toutes les régions arctiques. Evidemment, au cours d'une randonnée aérienne aussi rapide, il ne faut pas compter faire beaucoup d'observations scientifiques, mais, à moins que la brume ne cache complètement le paysage, on peut espérer déterminer d'une façon générale les caractères géographiques de la région survolée, et, en particulier, reconnaître si l'océan polaire s'étend jusqu'aux rivages de l'Alaska, ou bien, au contraire, s'il existe un groupe de terres. Les deux hypothèses ont été faites, et par les plus éminents explorateurs. Nansen est partisan d'une mer continue, et Peary d'une terre. Le savant hydrographe Rollin A. Harris a cru pou-

Digitized by Google

voir déduire, de l'étude des marées arctiques, l'existence d'un archipel important au nord de l'Alaska, dans la mer de Beaufort.

La traversée du *Norge*, du pôle à l'Alaska, fut moins facile que du Spitzberg au pôle. Des tempêtes de neige retardèrent la marche. Des glaçons formés sur les apparaux et projetés par les hélices contre l'enveloppe du ballon, occasionnèrent des avaries, heureusement facilement réparables. Le 14 mai, la côte de l'Alaska fut en vue, mais le dirigeable, toujours retardé par de forts vents contraires, n'atterrit à Teller, au nord de Nome, que le 15 mai, à 13 heures, après 99 heures de marche sans arrêt.

Aucun terre nouvelle n'a été aperçue, et il semble bien que les hypothèses de Peary et de Rollin A. Harris ne se vérifient pas.

***

On raconte qu'au retour de sa première expédition en avion vers le pôle, Amundsen, en passant devant l'île des Danois, fit saluer du pavillon les restes des établissements de l'expédition d'Andrée. Maintenant que l'Océan Arctique est définitivement ouvert à la navigation aérienne, que le pôle est conquis par la voie des airs, et que, demain sans doute, l'atmosphère arctique sera sillonnée par les avions commerciaux, honorons plus que jamais la mémoire d'Andrée, le précurseur, qu'on a traité de fou parce qu'il a cru à son rêve assez pour lui sacrifier sa vie.

J. Rouch,
Capitaine de frégate.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Septembre 1926). — *Théorie des fonctions.* Soit $F(z)$ une fonction holomorphe à l'intérieur du cercle C $(|z|=1)$, avec $|F(z)|<1$ et $F(z)=z$; il existe sur C un point z et un seul tel que $w=F(z)$ contracte les cercles tangents à C en α. Comme le montre M. *Julius Wolf*, $\frac{F(z)-\alpha}{z-\alpha}$ et $F'(z)$ tendent vers une même limite, positive, quand z tend vers α dans un angle quelconque formé par deux cordes de C issues de α.

Géométrie infinitésimale. 1. Après avoir introduit relativement à une surface rapportée à trois axes de coordonnées les notions de variations aux longueurs et de variations axiales, M. *Valère Glivenko* montre que l'existence des trois dernières variations ou de deux de premières constitue la condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface soit quarrable. Le critérium ne s'étend pas aux coordonnées de Gauss.

2. M. *Th. Got* donne une condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface réglée soit la surface de viration du trièdre d'une courbe gauche; cette condition fait intervenir la ligne de striction de la réglée; elle peut être remplacée par une condition relative à l'élément linéaire.

3. M. *A. Myller* établit la formule : $Tg.=Rtg\omega$, où 1: Tg est la torsion géodésique d'une courbe C située sur une surface S, 1: R la courbure normale et ω, l'angle sous lequel C coupe sa conjuguée. Il indique des applications de la formule.

Dinamyque. Soit $\frac{dx_i}{dt} = X_i$ $(i=1, \ldots)$ (les X : réelles et analytiques) un système différentiel définissant le mouvement d'un point $(x_1, \ldots, x_n)$; et supposons que l'origine soit une position d'équilibre stable. Par une suite de transformations M. *George-D. Birkhoff* aboutit aux résultats très remarquables que voici : la stabilité de l'équilibre exige que les petites perturbations soient définies par des séries trigonométriques; et les équations différentielles du mouvement peuvent recevoir alors la forme canonique. Ces propositions, établies jusqu'ici au point de vue formel, contiennent la réciproque de ce résultat de Poincaré : la forme canonique possède des perturbations trigonométriques.

Hydrodynamique. 1. M. *Alfred Rosenblatt* démontre divers théorèmes sur les mouvements plans irrotationnels des liquides visqueux incompressibles : ainsi, la composante tangentielle de l'effort agissant sur la ligne de flux est proportionnelle à la vitesse et à la courbure de cette ligne; elle ne s'annule que pour les mouvements où les lignes de flux sont des droites. La composante normale n'est égale à celle qui a lieu pour les liquides non visqueux que si les lignes de flux sont des trajections orthogonales d'un système ∞^1 de droites.

2. Comme l'indique M. *Jacques Chapelon*, on peut étendre aux volumes et aux ouvertures variables les méthodes données par M. Haton de la Goupillière et par M. Hugoniot pour le vidage des réservoirs. Dans le cas des basses pressions la méthode fait intervenir l'étude des points singuliers (nœud, foyer, col...), d'une certaine équation différentielle.

Balistique. MM. *Gossot* et *Liouville* montrent comment on peut intégrer numériquement les équations différentielles réduites de la balistique intérieure. Les vérifications expérimentales sont excellentes, sauf en ce qui concerne la position du maximum de pression qui semble nécessiter une modification des équations classiques.

René Garnier.

Astronomie

Température des Planètes. — La méthode la plus directe pour déterminer la température d'un astre, consiste à mesurer à l'aide d'un appareil thermométrique l'intensité du rayonnement reçu au foyer d'une lunette. C'est la méthode même que l'on applique pour mesurer avec les lunettes pyrométriques les températures de certains fours industriels. Comme appareils thermométriques, les astronomes ont employé le bolomètre, le radiomètre, la pile thermoélectrique. Le bolomètre est surtout utilisé pour l'étude du soleil; son application aux étoiles, même avec le télescope géant du Mont Wilson n'a donné que des résultats de peu de valeur. Le radio-

Digitized by Google

mètre et la pile thermoélectrique ont pu être rendus assez sensibles pour permettre la mesure du rayonnement d'astres n'atteignant pas la sixième grandeur. Naturellement il faut condenser sur le récepteur le plus de lumière possible; les recherches thermométriques sont l'apanage des observatoires qui possèdent des lunettes d'au moins un mètre d'ouverture.

Si la température globale d'un astre est intéressante à connaître, il est bien plus intéressant encore dans le cas d'une planète de pouvoir mesurer la température de régions différentes de sa surface; on obtient ainsi des renseignements précieux sur sa climatologie. Mais l'image d'une planète, même dans les lunettes de grande longueur focale, est bien petite : Aux époques les plus favorables, Mars, dans une lunette de 18 mètres, n'a guère plus de deux millimètres de diamètre. Pour étudier le rayonnement des différentes régions d'une telle image, il faut des récepteurs ayant non seulement une très grande sensibilité, mais aussi une très petite surface. Les piles thermoélectriques de laboratoire où la sensibilité est accrue par la multiplication du nombre des soudures ne peuvent pas être employées. Il faut des piles d'une seule coudure. M. W. W. Coblentz a pu réaliser des piles convenant aux recherches astronomiques en plaçant dans le vide une soudure de deux feuilles métalliques, l'une de bismuth, l'autre d'un alliage de bismuth et d'étain de 0,07 mm. d'épaisseur et de 0,3 mm. de largeur. Les observations dont la discussion par M. D. Menzel a paru récemment dans *The Astrophysical Journal*, ont été effectuées par MM. Coblentz et Lampland à l'observatoire Flagstaff pendant l'opposition de mars de 1924. La surface de la pile était alors le dixième de celle de l'image de la planète.

La radiation totale reçue d'une planète est la somme de deux rayonnements différents : l'un, le rayonnement solaire réfléchi par la surface planétaire et plus ou moins modifié par l'albedo de cette surface; l'autre, le rayonnement propre de la planète, provenant de sa chaleur interne et de son échauffement par le soleil. Pour obtenir la température de la planète, il faut naturellement éliminer le rayonnement solaire. Cette élimination est aisée grâce à la grande différence de température des deux sources. On sait que si l'on élève la température d'une source, la fréquence des radiations qu'elle émet augmente, leurs longueurs d'ondes diminuent. La radiation solaire venant d'une source à 6.000° est pratiquement comprise dans un domaine restreint de longueurs d'ondes inférieures à 1,4 micron; les surfaces planétaires, dont la température ne dépasse pas quelques degrés centigrades, émettent un rayonnmenet infra-rouge, entièrement invisible, dont les longueurs d'ondes atteignent une douzaine de microns. Pour séparer les deux rayonnements, il suffit d'interposer sur le trajet de la radiation planétaire un écran absorbant l'un d'entre eux. Une cuve à eau ne transmet que les radiations de longueurs d'ondes inférieures à 1,4 μ, donc tout le rayonnement solaire; le quartz est transparent jusqu'à 4 μ le verre jusqu'à 8 μ, la fluorine jusqu'à 12,5 μ; le sel gemme et l'air jusqu'à 15 μ. L'interposition de ces différents écrans indique dans quel domaine se trouve le rayonnement. Du rapport des intensités transmises, on peut déduire la température de la source. Coblentz a utilisé différents écrans pour les études stellaires; pour les études planètaires il s'est borné à comparer le rayonnement transmis par la cuve à eau (rayonnement solaire seul) au rayonnement n'ayant traversé que la fenêtre de fluorine de la pile (somme des rayonnements solaire et planétaire).

Les résultats sont d'un grand intérêt. Dans le cas de Mars les températures ont pu être mesurées tout au bord du limbe, à l'est et à l'ouest, au nord et au sud. Les mesures à l'est donnent la température de la région équatoriale au moment du lever du soleil, celle à l'ouest la donnent à la fin de l'après-midi martienne. La fluctuation de la température pour le jour Martien, d'une durée égale à une demi-heure près à celui de la terre, est considérable : de —85° à +30°; la température équatoriale au milieu du jour est d'environ +10°. La température moyenne de la zone arctique sud a varié pendant les deux mois d'observation, avec l'étendue de la calotte polaire, de —100° à —15°. M. Menzel en a conclu que la fusion de la glace polaire se produirait à une température voisine de 0°; la calotte polaire serait donc formée d'eau congelée et non d'anhydride carbonique, comme quelques astronomes l'avait suggéré.

Pour la Lune, la température varie depuis +50°, le matin lunaire, lorsque le soleil est à 16° au-dessus de l'horizon, à +120° l'après-midi.

La température de Vénus serait de +60°, celle de Jupiter de —130°, celle de Saturne de —150°, celle d'Uranus de —170°.

Les valeurs ainsi trouvées vérifient des résultats déjà obtenus, dans une première série d'observations, ou déduits de considérations théoriques. Elles n'en seront pas moins pour beaucoup d'astronomes quelque peu inattendues et susceptibles de compliquer ou d'éclaircir les phénomènes planétaires. J. B.

T. S. F.

Etalons de fréquence lumineux. — Tout dernièrement a paru en Allemagne un nouveau type d'étalon de fréquence : un résonateur lumineux à cristal piézo-électrique dont nous allons donner le principe.

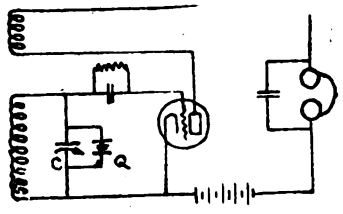


Fig 339.

Considérons le circuit représenté dans la figure 339; c'est le montage ordinaire d'une lampe autodyne; le cristal piézo-électrique Q est recouvert de deux petites feuilles métalliques reliées aux bornes du condensateur d'accord C. On sait depuis les travaux du Dr Cady que, si le circuit oscillant LC est capable d'être accordé sur une des fréquences fondamentales du cristal, en faisant varier la capacité C, un petit claquement musical se produit dans le téléphone quand cet accord se produit.

En poursuivant leurs travaux sur cette question, le Pr. Giebe et le Dr Scheibe ont trouvé que les oscillations dans un résonnateur à quartz peuvent être rendues visibles par un effet lumineux. Un tel résonnateur placé dans un tube contenant un mélange d'hélium et de néon s'illumine brillamment quand le cristal entre en vibration sous l'effet d'une tension induite de l'extérieur. La vibration du quartz polarise les plaques formant les armatures du condensateur et cette polarisation produit la luminescence du gaz. Ceci a lieu seulement quand la fréquence de la tension excitatrice est excessivement voisine de la fréquence naturelle du résonnateur au quartz; pour un très léger décalage de la fréquence, l'effet lumineux disparaît.

Digitized by Google

Ces résonnateurs ont été réalisés pratiquement par la Loewe Company; ils sont contenus (fig. 340) dans un tube de verre avec culot et broches semblables à ceux d'une triode ordinaire. Associés à une bobine shuntée par un condensateur, ils constituent une forme pratique d'étalon de fréquence à lecture directe. Le cristal étant bien protégé, ses caractéristiques ne changent pas; de plus, il est taillé de façon que les coefficients de température soient pratiquement nuls. La fréquence de résonnance d'un tel résonnateur peut être considérée comme un étalon, quand le cristal a été étalonné au moyen d'une fréquence connue.

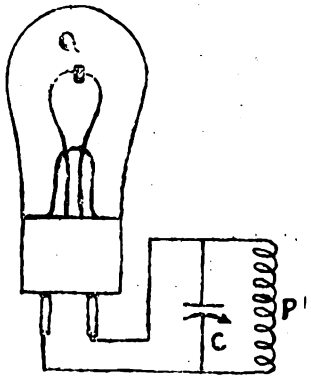


Fig. 340.

Une utilisation particulièrement pratique est le contrôle de la fréquence d'une émission; le résonnateur couplé à l'émetteur s'illumine si la fréquence de ce dernier est convenablement réglée; il s'éteint dès que cette fréquence varie.

On a construit de tels résonnateurs pour des longueurs d'onde allant de 35 à 1.200 mètres; la précision commerciale est de 1/500e et, au besoin, elle peut être augmentée.

P. ABADIE.

Acoustique

Sur la propagation des ondes aériennes. — 1. La propagation du son produit par de fortes explosions présente des particularités qui ont été souvent signalées. Après une zone de réception au voisinage de la source, il y a des zones de silence au-delà desquelles sont de nouvelles zones de réception. Ces particularités paraissent liées à des réfractions atmosphériques dues à la variation de la vitesse de propagation du son dans l'atmosphère. De leur étude, on peut déduire des renseignements sur la répartition des propriétés de l'atmosphère susceptibles de faire varier la vitesse de propagation (température, vent, composition). Cette étude peut être faite de manière plus précise si des expériences sont effectuées à une date prévue que si les observations portent sur des explosions fortuites. C'est pourquoi le Congrès pour l'étude de la Haute Atmosphère, réuni à Bergen en août 1921, émit le vœu que des expériences de ce genre fussent réalisées en divers pays, de manière à varier le plus possible leurs conditions. Une expérience eut lieu en Hollande, en octobre 1922. D'autres expériences furent réalisées en France en mai 1924. Elles ont permis d'étudier, non seulement les ondes aériennes, mais encore les ondes sismiques, la transmission des ondes dans le sol, les effets mécaniques des explosions.

Dans une brochure récente, M. Maurain (*Annales de l'Institut de physique du globe*, fascicule spécial consacré aux expériences de la Courtine sur la propagation des ondes aériennes) décrit ces expériences et a résumé les conséquences qu'on peut en déduire relativement à la propagation des ondes aériennes.

2. Quatre explosions ont eu lieu au camp de la Courtine (Creuse), à 22 kilomètres environ N-NE d'Ussel, par les soins des services militaires. Les deux premières ont porté sur environ 10 tonnes de mélinite, les deux dernières sur environ 5 tonnes. L'explosif était dans des tonneaux contenant chacun 150 kilogrammes environ.

Plusieurs milliers d'observations relatives à la propagation des ondes aériennes de ces explosions ont été faites soit à l'oreille, soit à l'aide d'appareils.

Le Service Géographique de l'Armée avait établi à diverses distances et dans les divers azimuts, 20 postes, munis chacun d'appareils enregistreurs de télégraphie militaire, avec deux récepteurs microphoniques abrités autant que possible contre le vent. La vitesse du papier enregistreur de ces appareils est de 5 centimètres par seconde, et les cinquièmes de seconde sont pointés sur le papier. Chaque poste disposait d'un appareil récepteur de T. S. F. pour le repérage précis de l'heure d'après les signaux horaires spéciaux émis par le poste de T. S. F. de la Tour Eiffel et était muni d'un chronomètre.

Les Services de la Marine, qui avaient installé de nombreux postes d'écoute et d'observation à terre et sur les bâtiments en rade, avaient muni plusieurs de ces postes d'appareils enregistreurs.

Des écoutes à l'oreille ont été faites en de très nombreux endroits par des observateurs bénévoles ou par des Services : Observatoires, Etablissements scientifiques et d'enseignement, Services de l'Armée, de la Marine, de l'Aéronautique, des Ponts et Chaussées, des Eaux et Forêts. A l'étranger aussi des observations ont été faites en un grand nombre de points, grâce aux dispositions prises par la Commission internationale.

3. Du dépouillement de toutes ces observations, M. Maurain déduit les conclusions suivantes :

Il a été observé, dans chaque expérience, une zone de réception centrale directe, dans laquelle la vitesse de propagation évaluée par rapport à la distance comptée sur le sol est voisine de la vitesse normale du son; cette zone a un développement très différent dans les différentes directions et, en gros, elle est beaucoup plus étendue dans la direction vers laquelle souffle le vent que dans la direction opposée. Au-delà de cette zone, il y a de toutes parts, une zone sans réception, puis, dans certaines directions, de nouvelles zones de réception pour lesquelles la vitesse apparente est notablement inférieure à la vitesse normale du son.

De la discussion des emplacements de ces zones et des durées de propagation correspondantes, il paraît résulter que les rayons qui reviennent ainsi au sol à grande distance se sont élevés dans l'atmosphère et s'y sont incurvés. Il doit intervenir, au-delà des couches de la stratosphère explorées par les ballons-sondes, des causes générales d'accroissement de la vitesse de propagation avec la hauteur et, par la suite, d'incurvation des rayons vers le sol. M. Maurain a examiné quantitativement deux causes possibles, une variation de composition de l'atmosphère avec enrichissement en gaz légers, et un relèvement de la température et vent, dans la troposphère, intervenant en incurvant plus ou moins les rayons vers le haut ou vers le bas dans ces couches inférieures de l'atmosphère. Il en résulte deux sortes d'effets : 1° il y a une perturbation de la propagation dans la troposphère, perturbation dissymétrique, la répartition des éléments météorologiques et particulièrement du vent n'étant pas

Digitized by Google

la même dans les différentes directions; il peut résulter de ce fait seul des zones successives de réception et de non réception, à distribution irrégulière; 2° l'intensité des rayons sonores dirigés vers la haute atmosphère est différente dans les différentes directions; par suite, bien que les causes d'incurvation des rayons dans la haute atmosphère soient, en principe, symétriques, il ne revient de rayons au sol avec une intensité suffisante pour être perçus, que dans certaines directions, parmi lesquelles la direction inverse de celle du vent est favorisée. La répartition du vent en altitude dans la stratosphère intervient aussi pour produire une courbure des rayons vers le sol dans la direction précédente. A. Bc.

Chimie physique

Recherches expérimentales sur le phénomène de Becquerel. — César Becquerel (1867) a signalé le phénomène suivant facile à reproduire. Prenons une membrane animale ou végétale séparant une solution d'un sel cuivrique ($CuCl^2$ par exemple) d'une solution d'un monosulfure alcalin (tel que Na^2S). Au cours des échanges qui se produisent entre les deux solutions, à l'abri de l'oxygène, au lieu qu'il apparaisse seulement, ainsi que cela se passerait par réaction directe, CuS et NaCl, on voit du cuivre métallique se déposer sur la face du septum en contact avec la solution de sel cuprique.

Dans une étude récente que M. Platard (*Thèse*, Paris, 1926) a consacrée à ce phénomène, il a constaté, en outre, la production : dans la solution cuprique, de chlorure cuivreux et de soufre amorphe précipité; dans la solution sulfurée, de polysulfures de sodium et de soufre. Nulle part on n'observe la production d'hydrate cuivrique. En somme, le fait remarquable est que l'interposition du septum entre les deux solutions impose au système chimique une évolution différente de celle qu'on observerait à la même température et en l'absence d'oxygène, par réaction directe d'une solution sur l'autre.

Des analyses chimiques précises ont permis à M. Platard d'élucider le mécanisme de ce remarquable phénomène dont il a étudié de nombreuses variantes.

Complètement imperméable aux ions Cu++ et, en sens inverse, aux ions S— et aux ions Na+, très peu perméable aux ions H+ et (OH)—, le septum, imprégné dans son épaisseur de sulfures de cuivre (dont CuS constitue la majorité) se montre sélectivement perméable aux ions Cl— qui diffusent très facilement vers la solution de sulfure sodique. Ainsi, s'il n'intervenait pas un mécanisme compensateur, un excès de charges négatives, sous forme d'anions, apparaîtrait dans la liqueur sulfurée et un excès de charges positives, sous forme de cations, Cu++ notamment, prendrait naissance dans la liqueur cuprique.

Ce mécanisme compensateur nous est révélé par les faits chimiques eux-mêmes : les ions Cu++ réduits sous forme de cuivre métallique Cu et de chlorure cuivreux (Cu + Cl—) sont quantitativement équivalents aux anions S— disparus de la solution du monosulfure de sodium, sous forme de soufre électriquement neutre ou de polysulfures de sodium.

M. Platard montre, par des exemples probants, que le phénomène de Becquerel ne constitue nullement un exemple isolé, une sorte de curiosité chimique, mais qu'au contraire, des conséquences chimiques inattendues dans l'évolution d'un système pourront s'observer chaque fois qu'entre deux milieux en relations d'échanges, on interposera des septums fonctionnant comme des trieurs d'ions.

Dans ce phénomène, le mécanisme d'oxydation-réduction — dont l'analogie avec les processus biochimiques est évidente et qui ne met pas en jeu de catalyseurs — ne suppose aucune autre condition que la propriété de la paroi, séparant les deux milieux électrolytiques en présence, d'être sélectivement perméable aux ions de ces milieux.

On pourra sans doute interpréter d'une manière analogue bien des processus se produisant dans les êtres vivants, qu'on a jusqu'ici attribués à l'action de catalyseurs ou de diastases. A., Bc.

— **La croissance des cristaux.** — Ainsi que les êtres vivants, les cristaux sont susceptibles de s'accroître, avec cette particularité toutefois, que pour eux, le processus est uniquement superficiel. Il arrive que les différentes faces, qui se développent inégalement, changent d'aspect ou même disparaissent. Souvent il suffit d'une modification très légère des conditions extérieures pour altérer la forme des cristaux, les impuretés jouant un rôle considérable. Le Prof. Cecil Desch a abordé la question en mars dernier, dans deux conférences à la Royal Institution, dont nous résumerons ici les grandes lignes (1).

Toute l'étude cristalline moderne est dominée par la conception du réseau spatial, répétition dans les trois dimensions d'un même cristal-unité, constitué d'atomes ou de groupes d'atomes. Cette idée est évidemment incompatible avec celle d'une croissance isotrope, qui entraînerait pour les cristaux une forme sphérique.

Divers expérimentateurs ont recherché à plusieurs reprises les cristaux sphériques. Vogelsang avait cru les obtenir par la condensation de vapeurs de soufre sur du verre, mais en réalité, il ne s'agissait que de gouttelettes liquides surfondues. D'autre part, en contrôlant cinématographiquement la cristallisation des sels, Richards et Archibald ont enregistré dès le début une forme cristalline parfaite, mais il ne faut pas oublier que le cristal qu'ils photographiaient au départ était déjà très grand auprès des dimensions moléculaires.

Dans ses expériences sur le salol (salicylate de phényle) en 1915, Nacken a noté que par le refroidissement lent, il se produisait de petits cristaux arrondis, tandis qu'un abaissement plus rapide de la température provoquait l'apparition de faces cristallines, les faces de croissance plus lente se montrant d'abord. Il semble, d'ailleurs, que ce soient précisément les faces de croissance lente qui aient le plus de chances de survivre. Les faces artificielles, que l'on obtient par limage, cèdent au contraire les premières.

On ne sait évaluer quantitativement les forces électriques qui, dans le réseau spatial, maintiennent la configuration des atomes, mais on parvient à les discriminer au moyen de la gravure. Sous l'action des acides, le fer se dissout selon certains plans, avec formation de cubes minuscules, et, au microscope, on voit la face cristalline progresser par étapes.

Volmer a étudié la condensation après sublimation, en faisant jaillir sur du verre, dans le vide, des jets de vapeur de zinc, de cadmium et de mercure. Il a constaté que, dans le dépôt, les noyaux, d'abord formés, se développaient en cristaux, dont la face de plus rapide croissance était perpendiculaire au jet. La première pellicule, non cristalline, de l'épaisseur d'une molécule, ne serait autre que la couche d'adsorption des physico-chimistes. Les atomes ou molécules y conserveraient une certaine liberté de mouvement, et s'y déposeraient en noyaux à deux dimensions. Puis, la couche entière devenant cristalline, une seconde couche s'y adsorberait. Cette interprétation, assez acceptable, expliquerait encore l'influence des petites impuretés.

Les métaux fondus semblent se solidifier à partir d'un certain nombres de centres équidistants. Le microscope révèle que les frontières cristallines déterminées par les positions relatives des centres et le taux de la croissance, affectent une forme polygonale.

(1) *Engineering*, 16 avril 1926.

Digitized by Google

D'après une ancienne suggestion de Quincke, un liquide, immédiatement avant de cristalliser, se transformerait en un mélange de deux autres. Dans ce mélange, analogue à l'émulsion d'une très petite quantité d'huile dans l'eau, la tension superficielle conditionnerait la forme des cellules produites. La manière de voir de Quincke ne fut pas accueillie avec faveur, bien qu'il y eût des indices certains d'un changement précédant la solidification.

Cependant l'influence de la tension superficielle sur la forme des frontières cristallines est incontestable. Il existe une tension superficielle entre un cristal et son eau-mère, tension qui, dans le cas des métaux, entre en jeu jusqu'aux températures élevées. Dans les gros cristaux d'or, obtenus par solidification à l'abri de l'air, la surface, plutôt arrondie que cristalline, se montre ridée au microscope, comme si elle s'était plissée lors de la contraction. Attaquée par un acide, cette surface devient rugueuse et présente de petites pyramides octaédriques. En chauffant à nouveau à 700° après nettoyage, les aspérités s'effacent et la surface redevient lisse. D'ailleurs, on remarque aussi dans les petits cristaux d'or des arêtes courbes, et cela jusqu'à 300° au-dessous du point de fusion, température à laquelle la tension superficielle l'emporte sur la cohésion. Ces deux forces sont l'une et l'autre des fonctions croissantes de la température, mais à des taux différents.

C'est habituellement en imposant à la croissance une allure relativement lente qu'on obtient de gros cristaux. Dans ces conditions, lorsque la substance se retire de la solution pour venir s'ajouter peu à peu au cristal, la face en développement ne manque pas d'être pourvue. Au contraire, dans le cas de croissance rapide, la fourniture de solide, qui cesse d'être suffisante, se fait sélectivement aux arêtes et aux sommets. Ceci serait l'origine des cristaux denditriques, si communs dans la nature.

D'une façon générale, tout apport inadéquat de substance amènerait une cristallisation confuse. Lorsqu'on augmente la viscosité des solutions salines en ajoutant, par exemple, de la gomme ou de la gélatine, les cristaux deviennent fantatisquement divisés, fournissent des formes qui rappellent celles des structures organiques.

Desch termine son exposé par une expérience sur la cristallisation périodique. Du salol est fondu sur une lame, et tandis que le liquide se refroidit, il se forme une gerbe de cristaux-aiguilles qui s'avance, s'arrête momentanément puis s'avance de nouveau. En se solidifiant en effet, la pointe de l'aiguille se contracte en laissant une lacune devant elle; et à cause de la viscosité et de la tension superficielle de liquide, il s'écoule quelque temps avant que le liquide ne prenne de nouveau contact avec la pointe de l'aiguille. S. V.

— **La solidification de l'hélium.** — L'hélium, le gaz le plus léger après l'hydrogène, est le plus permanent des éléments connus, Kamerlingh Onnes l'avait liquéfié en 1909, à la température de 4° abs., au Laboratoire Cryogène de Leyde, mais jusqu'à présent, toutes les tentatives de solidification avaient échoué.

Elles viennent d'être reprises et avec succès par Keesom (1), qui précisément a succédé à Kamerlingh Onnes comme directeur du célèbre laboratoire des basses températures. Keesom donne quelques indications sur ses expériences.

L'hélium a été comprimé dans un mince tube en laiton reliant deux tubes en maillechort. Tout d'abord, dans un essai préliminaire au sein d'un bain d'hélium liquide sous une pression de 130 atmosphères, à une température restée incertaine, le système a accusé un blocage, qui a disparu par un abaissement de pression de 1 atmosphère.

Puis le même phénomène a pu être repété pour 3° abs. et 86 atmosphères, ainsi que pour 2°2 abs. et 50 atmosphères. Sa régularité suggéra qu'on était en présence de la courbe de solidification de l'hélium, présomption qui s'est vérifiée lors d'une autre série d'expériences, où l'hélium s'est solidfié à 4°2 abs. sous 150 atmopshères, la courbe de solidification pouvant être prolongée jusqu'à 1°1 abs et. 26 atmosphères.

Les résultats numériques sont groupés dans le tableau suivant, où les valeurs de la température ont été déduites de la pression du bain d'hélium liquide, au moyen de la formule relative aux pressions de la vapeur saturée; celles qui sont entre parenthèses ont été calculées au moyen de la formule donnée par Verschaffelt.

Températures (degrés absolus Kelvin		Pressions de fusion (atmosphères)
4,21		140,5
3,61		109,0
3,12		81,5
2,72		62,8
2,40		48,6
2,04		35,7
1,83		29,8
1,60		27,4
1,36	(1,42)	26,5
1,13	(1,19)	25,3

A partir de 2° abs., le diagramme de solidification se courbe pour prendre, aux températures plus basses, une direction presque parallèle à l'axe des températures. L'hélium ne semble pas avoir de point critique solide-liquide-gaz.

Keesom relate que, dans des expériences ultérieures avec un agitateur magnétique de Kuenen, on a vu l'agitateur s'arrêter au moment même où l'hélium se solidifiait. Dans une expérience où la substance se trouvait partiellement liquéfiée, il a été possible de marteler le bloc solide, avec l'agitateur qui se trouvait dans la partie liquide. Néanmoins, on n'a pu réussir à apercevoir de surface limite entre les deux phases.

L'hélium solide forme une masse homogène et transparente dont, selon Keesom, l'indice de réfraction ne s'écarte probablement que fort peu de celui du liquide.

S. V.

Chimie

La combinaison du mercure et de l'hélium. — J. Manley a fait récemment à Oxford, une conférence sur les premiers essais qu'il a exécutés et pour lesquels il a réussi après plusieurs années de travaux, dans le but de combiner un gaz inerte, l'hélium au mercure. Dans la première série d'essais, il introduisait l'hélium dans le mercure d'un tube barométrique, il retournait ensuite plusieurs fois ce tube de façon à faire passer la décharge électrique dans l'hélium. La pression de gaz d'abord tenue à 6 m/m. environ descendait d'environ 75 o/o au bout de quelques heures. D'autres gaz tels que l'hydrogène, l'oxygène et l'azote donnèrent dans les mêmes conditions des dépôts permanents; Manley en conclut que les conditions de la décharge incandescente étaient anormales d'habitude. Le composé d'hélium ne pouvait être ni liquéfié ni absorbé par le charbon de bois à la température de l'air liquide. De la densité et de l'examen de la réfractivité et de l'évaluation de la quantité de mercure libre avant et après l'essai, il conclut qu les 236 millionièmes de gramme d'héliure obtenus correspondaient à la formule $HgHe^{10}$. En chauffant le gaz au contact d'une spirale de platine incandescente, il était certainement décomposé car la pression s'élevait immédiatement.

Une seconde série d'essais faite en maintenant beaucoup

Digitized by Google

plus longtemps la décharge électrique fit constater la formation d'un autre corps, probablement HgHe. *Engineering*, 3-9-26. E. P.

Médecine

Stomatologie et névralgie faciale. — La névralgie faciale, aussi fréquente que la sciatique et l'intercostale, est une affection très douloureuse dont le traitement est particulièrement difficile. Elle atteint tous les âges et aussi bien l'homme que la femme adulte, mais c'est surtout celle-ci qui en est le plus souvent affligée. C'est généralement le praticien de médecine générale qui est appelé à la soigner, mais elle est également du domaine de l'ophtalmologie, de l'oto-rhino-laryngologie et de la stomatologie. Certes dans de nombreux cas, la névralgie faciale est sous la dépendance du diabète, de l'arthritisme, de l'hystérie, de l'épilepsie, de la syphilis, de la tuberculose, du paludisme, de la gonococcie ou d'une intoxication par le mercure, le plomb ou le tabac, soit encore de lésions des fosses nasales, du globe oculaire, du pharynx ou de l'appareil auditif, mais dans bien des cas, et même beaucoup plus souvent qu'on ne le pense, c'est une minime lésion dentaire qui irrite d'une façon permanente un filet du trijumeau et qui détermine des réactions douloureuses dans le territoire de ce nerf.

Cette notion n'est pas toujours présente à l'esprit des cliniciens et c'est avec raison que M. A. Richard insiste sur l'importance d'un examen stomatologique approfondi, dans tous les cas de névralgie faciale ayant résisté au traitement médical ou que n'ont pu soulager l'oculiste ou l'oto-rhino-laryngologiste.Cet examen doit être méthodique et persévérant, même quand l'état de l'appareil dentaire du malade n'en montre pas la nécessité. (*Paris Médical*, 4 septembre 1926).

Ce n'est pas ici le lieu d'énumérer toutes les lésions, même légères qui, chez les prédisposés, peuvent être la cause déterminante de crises névralgiques très violentes, mais il est bon de répéter que jamais le malade ne doit se fier à son impression personnelle car très souvent c'est une dent en apparence saine, sans aucune carie et n'ayant jamais provoqué de douleurs qui est à l'origine de la névralgie, d'autres fois il s'agit d'une dent morte et indolore, d'une dent obturée depuis très longtemps, d'une alvéole parfaitement comblée après extraction, mais dans laquelle est resté un petit corps étranger. Dans tous ces cas le diagnostic ne peut être fait que par un spécialiste qui devra y apporter beaucoup de patience et parfois même le confirmer par l'examen radiographique.

Dans le traitement de la névralgie faciale, le médecin traitant ne saurait donc se passer de la collaboration du stomatologiste; dans certains cas l'intervention de celui-ci pourra modifier totalement le pronostic d'une affection qui entraîne fréquemment des conséquences très graves. Il est bon d'ajouter que le stomatologiste, bien que médecin lui-même, n'agirait pas sagement en prenant à lui seul la responsabilité du traitement, car celui-ci doit porter également sur l'état général du malade. Combien de fois n'a-t-on pas vu une névralgie faciale, que des soins bucco-dentaires ne parvenaient qu'à atténuer, s'améliorer très vite sous l'influence d'un régime végétarien strictement appliqué et de soins capables de supprimer une constipation quantitative restée ignorée. A. B.

Thérapeutique

Traitement de la pelade par l'actinothérapie locale. Pour traiter la pelade du cuir chevelu il faut toujours instituer un traitement général ayant pour but de faire disparaître ou d'atténuer la cause supposée : névrite, troubles sympathiques, hérédo-syphilis, insuffisances endocriniennes, lésions rhino-pharyngées ou dentaires, etc., mais cela ne suffit pas et il est nécessaire d'appliquer localement une thérapeutique qui doit viser à irriter sans excès, mais d'une manière permanente, les surfaces dénudées. De nombreux agents chimiques, mécaniques ou physiques sont utilisables, toutefois il semble bien que, dans l'état actuel de nos connaissances, le meilleur soit le rayonnement ultra-violet employé à dose érythémateuse.

M. L. Marceron, qui a étudié spécialement ce mode de traitement, a constaté que cette actinothérapie locale présente de nombreux avantages. Il suffirait, en effet, de trois courtes séances d'irradiation par mois pour obtenir un résultat satisfaisant, le plus souvent en quelques mois. Comme l'agent thérapeutique agit à la fois, avec la même intensité, sur toute la surface décalvée l'érythème qui en résulte est très homogène, de même que la repousse déterminée par celui-ci. En outre l'application du traitement est absolument indolore, la réaction locale est très légère et il n'y a pas de risques de dépilation si on laisse agir trop longtemps les rayons ultra-violets. (*Annales de l'Institut d'Actinologie*, 1926, nos 1 et 2).

M. Marceron a traité 21 malades par l'actinothérapie; il a obtenu 18 guérisons et seulement 3 insuccès. La repousse des cheveux sur les plaques peladiques a eu lieu en 2 mois dans 14 cas et en moins d'un an chez 4 malades. Un auteur allemand, Nagelschmidt, a suivi 104 peladiques dont 80 ont été guéris et 16 améliorés; il a noté seulement 8 insuccès. On voit donc que si le traitement de la pelade par l'ultra-violet n'aboutit pas toujours au résultat cherché il est beaucoup plus sûr et moins dangereux que tous ceux qui ont été recommandés jusqu'ici; les insuccès fort rares ne s'observent que pour des plaques peladiques situées sur la lisière du cuir chevelu et présentant une résistance particulière à toutes les thérapeutiques.

A. B.

Biologie

Formation d'acide chlorhydrique libre par dialyse élective de la solution d'un chlorure neutre. — MM. W. Mestrezat et Pierre Girard viennent d'établir que la diffusion dialytique d'une solution neutre de chlorures ($BaCl^2$ par exemple), à travers une membrane douée d'une perméabilité ionique élective, fait apparaître de l'acide chlorhydrique libre dans le milieu vers lequel a lieu la diffusion. L'ion Cl du chlorure, plus mobile que le cation qui lui est uni pénètre dans le milieu extérieur et y détermine la formation d'une molécule d'acide chlorhydrique par dissociation de l'eau (*C. R. de la Soc. de Biologie*, 24 juillet 1926, page 639).

Les septums utilisés par les auteurs pour réaliser cette dialyse élective peuvent, suivant leur nature, jouer un rôle dans la neutralisation des ions Cl diffusés et donner des cations qui diminuent d'autant la quantité de HCl formé. Une certaine stabilité des membranes utilisées est donc une condition essentielle de l'apparition de HCl libre dans le milieu extérieur.

Dans les expériences que nous venons de rapporter l'acide chlorhydrique libre a été identifié par distillation fractionnée, titration acidimétrique, mise en évidence de ses caractères analytiques ou encore par une méthode spéciale de déplacement par l'acide salicylique. Les quantités trouvées n'ont pas dépassé 30 milligrammes de HCl par litre,mais le fait seul importe et il est d'un intérêt incontestable,car il est possible que la présence d'acide chlorhydrique libre dans le suc gastrique soit le résultat d'un phénomène de même ordre que celui observé par MM. Mestrezat et P. Girard. On savait que l'acide chlorhydrique, qui apparaît au niveau de la muqueuse gastrique, se formait aux dépens des chlorures neutres du sang,

Digitized by Google

mais on ignorait par quel mécanisme; les résultats que nous venons de signaler permettent de se faire une idée de ce que celui-ci peut être. A. B.

Statistique

Les colonies de l'Italie. — Un intéressant domaine colonial italien est en pleine voie d'organisation. Si les nationaux veulent bien se donner à la mise en valeur de ces territoires, ils formeront un complément très appréciable à cet ensemble de pays dont d'autres nations ont commencé beaucoup plus tôt l'éducation politique et économique.

Les colonies italiennes voient leurs limites fixées, leurs richesses inventoriées, des plans de développement établis, et, ce qui est important, leur cartographie progresser.

D'après une publication du Ministerio della Colonie (*Bolletino di informazioni economiche*, janv.-févr. 1926) les colonies italiennes se présentent ainsi :

Tripolitaine. — Partie de la côte de Lybie qui confine à la Tunisie. Surface 900.000 km², population 550.000 habitants dont 18.093 italiens; centre principal : Tripoli avec 60.000 habitants. Pluie, 200 à 400 m/m. Chemins de fer, 200 km. Mouvement commercial par mer, 1924, importations : près de 200 millions de lires ; exportations : 25 millions. En outre une activité commerciale par caravanes.

Parmi les productions de la Tripolitaine, outre l'agriculture ordinaire de l'Afrique du Nord on doit mentionner : le sel, le tabac et une importante usine de pâte à papier d'Alfa.

Cyrenaïque. — Côte de la Lybie qui confine à l'Egypte. Surface : 600.000 km². Population 225.000 habitants dont 9.402 Italiens. Centre principal Bengasi avec 30.000 habitants. Pluie : 200 à 700 m/m. Chemins de fer, près de 80 km. Mouvement commercial par mer, 1924, importations : 136 millions de lires; exportations : 20 millions de lires. Comme en Tripolitaine un actif mouvement commercial par caravane.

Erythrée. — Côte entre le Soudan Egyptien et l'Ethiopie. Surface : 119 km². Population : 393.000 habitants dont 4.283 Italiens. Centre principal Asmara, chef-lieu avec 15.000 habitants. Massaouah, port. Pluie de 28 à 788 m/m. selon les localités. Chemins de fer : 225 km. Mouvement commercial par mer : 1924, importations : 146 millions de lires; exportations : 88 millions de lires. Mouvement total par caravanes : 67 millions de lires.

Outre un certain nombre de productions agricoles, l'Erythrée avec ses territoires d'altitude très élevée possède des forces hydrauliques importantes en partie exploitées, des mines diverses.

Somalie italienne. — Limitée par la Somalie britannique et le territoire britannique du Mont Kénia, la Somalie italienne mesure 400.000 km². Population : 800.000 habitants dont 656 Italiens. Pluie au maximum : 350 m/m. Centre principal : Mogadiscio, chef-lieu, 20.000 habitants. Chemins de fer : 29 km. construits sur la ligne de pénétration au départ du chef-lieu. Mouvement commercial par mer, 1924, importations : près de 60 millions de lires; exportations : près de 17 millions de lires. Un important mouvement commercial par caravanes.

Oltro Giuba. — Nouveau territoire acquis pour l'Italie par le protocole Italo-anglais du 15 juillet 1924, situé en bordure de l'Océan Indien, contre la colonie anglaise du Kénia. Surface : 90.000 km²; population : 100.000 habitants. Climat : pluie, environ 300-400 m/m. Dans cette nouvelle colonie les indigènes se livraient surtout jusqu'à présent à des cultures vivrières et à l'élevage. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Enseignement technique

Ecole Technique de Photographie et de Cinématographie. — L'Ecole Technique de Photographie et de Cinématographie qui vient d'ouvrir ses cours pour l'année scolaire 1926-1927, a été fondée sur l'initiative des Industriels et des Professionnels de la Photographie et de la Cinématographie, sous le patronage du Ministère de l'Instruction publique et avec le concours de la Ville de Paris.

Cette école va compléter l'enseignement technique français dans un domaine qu'il était particulièrement regrettable de voir délaissé. La photographie et la cinématographie sont des inventions françaises; malgré leur importance et leurs prodigieuses applications, elles ne possédaient pas jusqu'à ce jour en France d'enseignement organisé. Elles exigent cependant, pour être exercées avec intelligence et profit, et aussi pour progresser, des techniciens de haute valeur ayant des connaissances étendues à la fois théoriques et pratiques sur des matières très diverses. Tous ceux qui ont été à même de suivre le développement technique et scientifique de ces industries si puissantes ne cessaient de regretter l'infériorité relative ou l'absence d'un centre d'études photographiques mettaient notre pays par rapport à des concurrents mieux organisés. L'enseignement de la nouvelle école est placée sous la direction particulièrement éclairée de L. P. Clerc dont l'érudition scientifique et l'expérience technique ont une réputation mondiale. M. Paul Montel qui consacre son activité avec le plus grand succès aux publications photographiques et cinématographiques en est l'administrateur-directeur.

Nul doute que la nouvelle Ecole ne contribue de la manière la plus heureuse au développement et au succès de la photographie et de la cinématographie françaises.

L'enseignement professionnel complet a une durée de deux années. La première année, commune aux photographes et aux cinématographistes constitue à elle seule un enseignement élémentaire de la photographie.

Des cours théoriques sur l'optique photographique, la physique générale, la chimie et la technique photographique, l'arithmétique appliquée à l'optique et au commerce, la comptabilité, le commerce et la législation, l'histoire de l'art et l'esthétique, sont complétés par des exercices pratiques nombreux : le dessin à vue et le dessin géométrique, le travail à l'atelier de pose (portrait et photo industrielle), les manipulations photographiques et les travaux de laboratoire, la retouche, les travaux manuels divers, des travaux photographiques au dehors, alternant avec des visites de musée, d'usine et d'atelier. La section cinématographique comprend, en plus des cours précédents, des cours sur l'électricité générale, l'électricité appliquée à la projection et à la prise de vues, la mécanique, la projection cinématographique et la technique cinématographique. Enfin, des cours spéciaux d'une durée limitée seront organisés en vue d'enseigner pratiquement une spécialité, de perfectionner les professionnels ou les amateurs dans la pratique d'un procédé déterminé, d'enseigner la photographie scientifique et la sensitométrie aux chimistes, physiciens, ou ingénieurs. Les laboratoires de l'école sont mis à la disposition des personnes qui désirent se livrer à des recherches d'ordre scientifique ou industriel, après accord avec la direction. J. B.

Digitized by Google

Mines

Mine de fer du Maroc. — Le Maroc français possédait déjà une importante exploitation minière de phosphate à Kourigha, dont les chantiers sont maintenant reliés au port de Casablanca par le rail à voie large armé électriquement. C'est maintenant la mine de fer de Tiflet qui a son débouché assuré, grâce à la construction de chemin de fer de 0,60 aboutissant aux quais de Rabat. Situées entre cette dernière ville et Meknes, les galeries déjà creusées ont révélé des teneurs en minerai de 60 à 65 o/o pour un gisement étendu, paraît-il, de plusieurs dizaines de kilomètres de Medinet au confluent de l'oued Setour et du Bou Regreg : des traces de vieux travaux, attribués aux Romains, ont été relevées au cours des fouilles de prospection. L. J.

Métallurgie

Le mélange de charbons à coke et de charbons gras. — Dans un rapport présenté à l'Iron and Steel Institute, Brownlie étudie sommairement l'obtention, par un mélange approprié des charbons, un coke excellent pour les fourneaux. Il traite surtout la question de l'addition de charbons maigres aux charbons gras, riches en bitumes, de façon à ce qu'ils puissent donner un coke suffisamment résistant. Par semi-cokéfaction, on comprend tous les procédés qui ne comportent pas la cokéfaction du charbon au four à coke ou dans les cornues à gaz. Ce qui caractérise le mieux la diversité des semi-cokéfactions du charbon c'est qu'on en connaît aujourd'hui environ 120 procédés différents.

En Amérique et en Europe sur le Continent, presque toutes les cokeries sont munies d'installations destinées à opérer le mélange du charbon, tandis qu'en Angleterre les cokeries ainsi installées sont l'exception. Dans les proportions du mélange du charbon à coke et du charbon gras, c'est la teneur en bitume qui joue le rôle le plus important, ce bitume doit à son point de fusion entre 350 et 450° se décomposer et opérer simultanément la cimentation des particules de charbon avant qu'il ne soit lui-même volatilisé. On produit ces conditions par le mélange approprié de charbons convenables et c'est ainsi qu'on arrive à employer de nombreuses catégories de charbons pour la fabrication du coke. Le traitement préliminaire du charbon à coke se réduit d'ordinaire au lavage, au classement, au broyage, au séchage et au pilage; il faut encore faire intervenir le mélange.

Abstraction faite de la cokerie, il faudra dans la fabrication du mi-coke qui s'impose de plus en plus, tenir compte du mélange de plusieurs sortes de charbon. Ici il s'agit surtout de produire un mi-coke brûlant sans fumée et en raison de sa grande réactivité, il convient particulièrement comme combustible de gazogène. On sera probablement amené à réduire en mi-coke une partie de la production et à employer ce mi-coke dans les gazogènes pour avoir, en mélangeant le gaz de gazogène et le gaz de mi-coke, un gaz de haute valeur pour actionner les moteurs à gaz destinés à produire du courant électrique. Simultanément on soumettra les huiles de goudron à la dissociation par la pression ou à l'hydrogénation pour obtenir des produits chimiques et pour transformer en courant électrique, dans des moteurs à gaz, les gaz riches ainsi formés.

On aurait encore probablement un autre avantage en mélangeant certaines qualités de charbon, si on arrivait à produire dans les fours à coke ordinaires un mi-coke brûlant facilement sans donner de fumée. On éviterait ainsi ainsi l'arrêt forcé de nombreux fours à coke quand on manque de débouchés pour ce produit. Enfin, il faut encore mentionner le mélange de charbon gras avec du mi-coke broyé comme on le fait dans quelques cokeries de la Sarre. On peut considérer comme véritable charbon à coke, le charbon qui renferme une quantité de bitume, peu fusible, suffisante pour la cokéfaction à une certaine température, ce charbon n'a nullement besoin d'être mélangé. les charbons en eux-mêmes sont déjà rares et il n'y en a pour ainsi dire pas qui ne soient améliorés par le mélange pour fabriquer du mi-coke. Cela a conduit surtout à faire subir au charbon un traitement préliminaire par le chauffage progressif; Hilingworth a déjà traité ce point en détail. A l'Institut National des recherches sur les combustibles, on s'occupe beaucoup en ce moment du mélange des charbons gras pour pouvoir obtenir un charbon ne gonflant pas à la cokéfaction, car précisément les charbons gonflent beaucoup dans la cornue.

Les fours à coke connaissent déjà le mélange de plusieurs sortes de charbon pour produire le coke et on sait qu'il faut produire un mi-coke pour avoir un coke résistant; ces dernières années, les usines, à gaz se sont également vues obligées d'améliorer la qualité du coke des cornues en faisant un mélange approprié pour obtenir un charbon de cornue convenable de façon à en augmenter les débouchés et on est parvenu à des résultats étonnants.

On peut aussi employer comme addition au charbon à coke riche en bitume, de la poussière de coke, elle absorbe, lors de la cokéfaction, une partie relativement forte du bitume du charbon de sorte qu'il n'en faut qu'une faible addition. On a déjà fait breveter ce procédé, il y a 65 ans, on visait surtout la pulvérisation du coke. Ces dernières années un grand nombre d'ingénieurs de coke et de gaz se sont occupés de l'amélioration du coke par l'addition de poussière de coke au charbon.

Ce qui semble particulièrement convenir comme addition au charbon à coke, c'est le mi-coke pulvérisé, car il n'est pas comme le coke ordinaire de pulvérisé, un corps inerte, mais avec sa haute teneur en gaz, il participe aux phénomènes de la cokéfaction et on peut l'ajouter en proportions plus élevées que le coke pulvérisé. Mais il serait déplorable de réduire le mi-coke du charbon à coke et de pulvériser le coke obtenu poué en faire un mélange. Il vaut mieux, dans ces conditions, réduire en mi-coke du charbon moins gras dont on ne manque pas. Ainsi dans la Sarre, on mélange les charbons à coke, contenant de 31 à 34 p. c. de matières volatiles, avec 10 à 25 p. c. en poids de mi-coke et l'on améliore ainsi sérieusement la qualité du coke. On connaît également la façon de rendre moins gras le charbon fortement bitumeux en le mélangeant à du gaz oxydé, l'air a agi sur le charbon longtemps exposé à l'air en l'oxydant lentement et a opéré lentement la même réaction qu'opère plus rapidement le chauffage. On connaît la disparition des propriétés cokéfiantes de beaucoup de charbons à coke par le dépôt à l'air libre et on se trouve malgré soi forcé de mélanger ces charbons à coke pour tirer parti des dépôts, sans en retirer une meilleure qualité de coke.

On connaît également l'addition de la poussière d'anthracite, de la poix, du goudron d'huiles, ces derniers pour donner aux charbons maigres une teneur suffisante en bitume. Ces procédés créent cependant certaines difficultés, car il est difficile d'obtenir avec ces matières bitumeuses le mélange bien uniforme, exigé pour avoir un coke bien régulier. Avec les prix élevés qu'ont aujourd'hui ces matières bitumeuses, leur emploi est absolument exclus.

Pour terminer, il faut encore mentionner le traitement chimique préliminaire du charbon à coke. Ainsi dans le procédé Wallace, on imprègne le charbon avec des huiles acides de goudron, chaudes, on leur enlève ainsi leur propriété de coller et on peut les employer pour rendre moins

Digitized by Google

gras les charbons à coke. D'une façon analogue, dans le procédé Strafford, on emploie du charbon pulvérisé ne collant pas, mélangé avec 10 ou 20 o/o de charbon gras et une émulsion de créoste u une solution de savon : à la cokéfaction on obtient un coke très résistant. (*Stahl und und Eisen*, 15-7-26). E. P.

— **La soudure de l'aluminium.** — Primitivement on regardait la soudure de l'aluminium comme un travail presqu'impossible à faire, mais aujourd'hui, on y arrive facilement. Ce qui faisait croire qu'il fallait une grande habitude pour arriver à faire un travail soigné, c'étaient uniquement les propriétés du métal absolument différentes de l'acier et de la fonte que le soudeur connaît si bien. Painton vient de donner des explications sur les nombreux phénomènes physiques spéciaux produits à la soudure de l'aluminium. La source fondamentale de difficultés dans la soudure de tôles minces qu'on ne peut souder en employant simplement la soudure sous pression utilisée dans la jonction de fils électriques avec des câbles d'aluminium, provient de la rapidité d'oxydation de l'aluminium et de la ténacité du film d'oxyde formé. Dans le procédé si simple de soudure par recouvrement, on élimine la couche d'oxyde par l'aplication de la pression des extrémités des câbles, une fois chauffés au point de fusion, la couche d'oxyde prévient l'écoulement du métal, cette pellicule d'oxyde se déchire rapidement et permet aux deux couches de métal propre de venir en contact et de se souder aussitôt qu'on fait agir la pression. Ce procédé mécanique a trouvé sa contrepartie dans la soudure à l'oxy-acétylène, dans l'élimination de l'oxyde formé par la méthode désignée sous le nom de méthode de puddlage. Un inconvénient contre lequel il fallait lutter, provenait du poids spécifique de l'oxyde, supérieur au poids spécifique du métal; il en résultait que l'oxyde venait se loger à la partie inférieure du métal en fusion. On risquait par suite d'avoir des inclusions dans le métal solide.

Le moyen le plus efficace d'éliminer l'oxyde dans la soudure d'aluminium, c'était d'employer un fondant. Beaucoup de réactifs chimiques n'ont aucune action sur l'oxyde d'aluminium, mais on savait depuis longtemps que les sels des métaux alcalins dissolvent cet oxyde. La cryolite, fluorure double de sodium et d'aluminium se montra être un constituant de valeur pour de nombreux fondants; on la mélangeait avec d'autres fluorures et chlorures pour faire varier le point de fusion, la viscosité du fondant fluide, sa densité et la vitesse de réactions. On ajoutait, par exemple, presque toujours du chlorure de lithium parce qu'il avait un point de fusion très faible et donnait un fondant très fluide qui s'écoulait facilement avant que l'aluminium lui-même eût atteint son point de fusion. Un fondant pour l'aluminium ne doit pas être trop fluide, autrement il pourrait être enlevé par le souffle de la flamme soudante et ne resterait pas assez longtemps pour enlever l'oxyde. Pour la soudure des aéroplanes, on employait un fondant formé par 45 o/o de chlorure de potassium 30 o/o de chlorure de sodium, 15 o/o de chlorure de lithium, 7 o/o de fluorure de potassium et 3 o/o de sulfate double de potassium. C'était un excellent fondant, mais il y en avait encore bien d'autres. Tous ces fondants de l'aluminium sont hygroscopiques et il faut les tenir renfermés. On a constaté que l'addition de pyrophosphate ou de pyrosulfate prévenait la dissociation des composants et qu'ainsi on pouvait conserver longtemps ce fondant sans aucune détérioration. *Engineering*, 12-2-26.

E P.

Electricité

Stations électriques actionnées par le vent. — La fourniture du courant électrique pour les petits consommateurs de force et de lumière, dans les régions où les habitations sont rares et écartées les unes des autres, présente de grandes difficultés au point de vue économique. Beaucoup d'ingénieurs ont cherché, pour résoudre ce problème, à utiliser la puissance du vent : aussi, aujourd'hui, a-t-on de nombreux dispositifs pour utiliser cette puissance.

C'est à lord Kelvin qu'on doit l'idée d'employer le vent pour produire l'électricité. Tout d'abord, on se contentait d'ajouter un simple moteur à l'installation des moulins à vent, mais, aujourd'hui la roue et la génératrice, aussi bien que les autres détails sont construits spécialement pour le but qu'ils ont à remplir. Les parties essentielles d'une installation de génératrice à vent comprennent la roue et la structure qui la supporte. On peut monter la génératrice à côté de l'hélice ou dans le bâtis ou encore sur le sol. On n'actionne jamais directement, on emploie d'habitude un engrenage de renvoi ou d'une transmission par courroie ou par chaîne. Quand la vitesse de l'hélice augmente, la production augmente. C'est pourquoi il arrive à un moment donné que la puissance transmise à la génératrice dépasse la charge de la machine. Pour prévenir cet excès de charge, on dévie un peu la roue de la direction du vent pour avoir une plus faible surface exposée à l'action du vent. A cet effet, on emploie d'habitude un régulateur. Ce régulateur est plus petit que le gouvernail de la roue atmosphérique, il est fixé à côté de la roue dans un plan parallèle à celle-ci. On règle la tension des ressorts avec lesquels le gouvernail est attaché de façon que lorsque la vitesse du vent dépasse la vitesse limite, la pression sur le régulateur de direction est suffisante pour amener la roue à un angle tel, par rapport à la direction du vent, que l'équilibre est rétabli.

Les courants d'air, à la hauteur à laquelle on dispose les roues, varient très rapidement en direction et en intensité. La vitesse varie de 3 à 5 km. par heure pour les vents faibles, jusqu'à 30 à 50 km. par heure pour les ouragans. Il en résulte certains avantages quand les aubes de la roue ont la section d'une aile d'aéroplane. Quand on emploie la forme des filets liquides, on peut utiliser l'action d'absorption à l'extrémité des aubes pour obtenir une plus grande capacité. La formation de remous derrière les aubes contraire sérieusement la formation des filets gazeux.

Aux essais exécutés à Harpenden, on essaya sept génératrices à vent d'une capacité variant de 0,25 à 10 kw. Un dispositif Garty-Apen installé à 9 m. de hauteur produisit le courant au prix de 12,7 par unité et ce prix fut réduit à 9.5 p. quand on porta la hauteur à 15 mètres et même à 6,4 p. par l'emploi d'un type de roue à grand rendement. L'effet de la hauteur également fait voir dans les essais d'un ventimotor. C'était une installation de 250 watts, à 3 m. 25 de hauteur, on obtint le kilowatt au prix de 11,6 p. et à 6 m. de hauteur, on l'obtint pour 10,3 p. Des machines de 5 et de 10 kw. fournies par MM. Young fournirent le kw. h. au prix de 4 p. On constate aussi que le prix du courant électrique produit par le vent était relativement peu élevé et qu'en conséquence on pouvait voir son emploi se développer dans les districts ruraux où il n'y a aucune distribution de courant. (*Engineering*, 30-7-26). E. P.

Chauffage

Le chauffage des cylindres par l'électricité. — On a déjà essayé une foule de procédés pour chauffer les cylindres à tôles. On a, entre autres, essayé l'eau chaude, la vapeur, le gaz naturel, le gaz des fours à coke, le gaz de gazogène et le pétrole. On emploie encore une partie de ces procédés, mais on vient d'imaginer et d'appliquer un procédé bien plus efficace, celui du chauffage électrique.

Digitized by Google

Le chauffage électrique des cylindres à tôles minces diffère complètement des procédés employés jusqu'aujourd'hui car les éléments de chauffe communiquent leur chaleur directement par contact avec les cylindres. Par suite de cette transmission rapide de la chaleur, la différence de la température entre l'axe du cylindre et sa périphérie reste faible. Des essais exécutés par forage sur de vieux cylindres, ont donné une différence de température d'environ 25° entre l'extérieur des cylindres et leur axe, à un point au milieu de la table. Cette différence de température n'est dépassée en aucun point durant le chauffage par l'électricité.

Un autre avantage de ce procédé de chauffage par l'électricité, c'est d'assurer une distribution parfaite de la chaleur et de donner entre le milieu et l'extrémité des cylindres,la différence de température nécessaire pour ne laisser au milieu des cylindres, qu'un faible creux convenant parfaitement au laminage des tôles minces. Cette distribution des températures dépend de la largeur du réchauffeur par rapport à la longueur des cylindres et de la disposition des résistances dans le réchauffeur. Cette répartition des résistances n'est pas uniforme. Il faut une autre répartition pour chaque largeur du réchauffeur. La répartition dans les réchauffeurs étroits pour cylindres à fer blanc est absolument différente de la répartition dans les réchauffeurs pour les cylindres à tôles larges. C'est par des essais suivis qu'on a déterminé la répartition la plus avantageuse pour chaque réchauffeur.

La construction de ce dispositif pour chauffer les cylindres par l'électricité comprend deux cadres portant chacun deux sections cylindriques flexibles. Ces cadres sont construits de façon à s'emboîter exactement sur la paire de cylindres montés dans leur colonne. Les sections cylindriques qui portent les éléments de chauffage sur leur face interne s'adaptant parfaitement aux cylindres. Par suite de leur flexibilité, les réchauffeurs viennent s'appliquer exactement sur les cylindres dont le diamètre peut varier par suite du tournage. La dépense du courant de ces réchauffeurs électriques dépend de la dimension des cylindres et par suite des réchauffeurs. Voici un tableau de la dépense de courant pour différents cylindres :

Largeur du réchauffeur m/m	Longueur des cylindres m/m	Dépense de courant en 10 heures mtm
600	700 et 750	420
675	800 et 800	450
750	900 à 1.000	480
900	1.050 à 1.200	560
1.100	1.250 à 1.500	720
1.300	au-delà de 1.500	870

Ces réchauffeurs électriques sont construits pour employer du courant à 115, 230 ou 440 volts, en courant continu ou alternatif.

L'application et l'enlèvement de ces réchauffeurs sont bien plus faciles qu'on ne le croirait de prime abord. Il ne faut que 10 minutes pour les mettre en place.

On n'a pas encore déterminé la durée de ces réchauffeurs mais les premiers mis en service il y a trois ans marchent toujours. *Iron and Goat Trades Review*, 10-9-26.

E. P.

Géographie commerciale

Le Congo belge. — Cet immense territoire d'une surface dépassant 2.400.000 kilomètres² n'est ni entièrement, ni même essentiellement, une région de forêts tropicales ou de marécages, de retraites d'éléphants et de gorilles, de tribus de cannibales et de pygmées, à laquelle on a appliqué le terme impropre de « Noire Afrique ». C'est au contraire, pour plus de la moitié de sa surface, une contrée de plateaux agréables, de savannes parliellement boisées, où dans un avenir prochain, l'agriculture sera complètement développée et où l'élève du bétail deviendra une industrie florissante. Cet essor devra être produit en grande partie par les indigènes, dirigés par les blancs, car il n'y a qu'une faible partie de cette contrée où les Européens puissent demeurer en permanence; il faut encore vaincre le mosquito et rendre le tsétsé inoffensif. Il y a dans le monde peu de régions plus attrayantes que ces splendides plateaux qui se trouvent au sud de l'immense vallée du Congo.

Le Congo belge, comprend, en réalité, deux zones différant énormément l'une de l'autre au point de vue de l'aspect, du climat et de la production. Tout d'abord, vient la Vallée du grand fleuve depuis Stanley Pool jusqu'aux Stanley Fallo, avec les bassins peu élevés des affluents du Nord et du Sud. C'est la région vraiment tropicale dont la richesse économique dépend des produits naturels des forêts tropicales : copal, caoutchouc sauvage, ivoire et huile du palmier sauvage. L'exportation de ces produits n'augmente plus actuellement sauf celle de l'huile de palme. En effet, les plantations de palmiers faites il y a plusieurs années commencent à donner et il faut s'attendre à voir les exportations augmenter. Le caoutchouc sauvage ne peut lutter contre le caoutchouc provenant des plantations, les ressources d'ivoire ne sont pas inépuisables et les indigènes présentent de moins en moins d'ardeur dans la récolte du copal, si difficile dans les marais; en un mot, on ne peut nier qu'on est arrivé dans la zone tropicale à une période où il faut remplacer les anciennes méthodes de cueillette par des méthodes de culture.

L'autre région de la colonie, celle qui a déjà maintenant une importance très grande mais qui en acquerra une de plus en plus grande, est celle comprenant la zone fertile à partir duKasaï à l'ouest et le Lomani au nord-ouest jusqu'au plateau élevé du Katanga méridional. Le chemin de fer que l'on construit actuellement depuis Slebo sur le Kasaï jusque Kuhama, terminus du chemin de fer de la Rhodésie, débouchera dans le cœur de cette vaste contrée formée en majeure partie par une savanne fertile bien propre à l'élevage du bétail. A l'extrême Sud-Ouest, enfin, se trouve cette masse extraordinaire de dépôts miniers renfermés dans la région exploité par l'Union Minière du Haut-Katanga, c'est probablement la région minière la plus riche du monde. Là, à une hauteur d'environ 1.300 mètres, le climat convient très bien aux Européens, la ville principale, Elisabethville est habitée par plus de 2.000 blancs y compris 300 enfants et tous s'y trouvent très bien.

Dans cette région toute l'exportation se fait par la Rhodésie, sans cette source de revenus, les chemins de fer rhodésiens ne pourraient vivre. Le meilleur client des charbonnages de Wankie, dans la Rhodésie méridionale, est l'Union Minière. Tous les ans le centre économique de la colonie se reporte de plus en plus vers le Sud, loin de la région tropicale, vers le bassin minier du Katanga.

Les importations et les exportations présentent une augmentation constante. En 1924, les importations dépassaient les exportations mais cela provenait uniquement des nombreux achats de matériel pour la construction des chemins de fer.

La production du cuivre a presque doublé depuis 1922, celle de l'or a fortement augmenté en 1924, celle du diamant n'a pas maintenu les chiffres élevés de 1923 mais elle reste cependant double de celle de 1922. La

Digitized by Google

production d'huile de palme augmente toujours, mais celle du copal continue à diminuer. Les exportations de caoutchouc sauvage continuent aussi à diminuer: de fait, il est bien évident que le développement futur de la région tropicale dépend de l'extension des méthodes modernes de culture des palmiers oléifères et des autres aliments végétables des tropiques.

Mais la grande difficulté qu'éprouve le Congo réside dans l'insuffisance de sa ligne de chemin de fer, entre Matadi et Stanley-Pool. On redresse actuellement la ligne et améliore les pentes, mais ce travail s'exécute lentement. On a augmenté la capacité de transport de la ligne pour l'amener à 10.000 tonnes mensuellement dans les deux sens, mais c'est loin d'être suffisant. Au printemps 1925, quand les stocks de Matadi étaient tous transportés, Bruxelles avait supprimé toutes les restrictions. Immédiatement on expédia tous les envois en stock à Anvers et en peu de semaines, ce fut de nouveau le chaos et la congestion du chemin de fer à Matadi. Il fallut rétablir le régime des licences d'importations et probablement qu'il faudra le maintenir plusieurs années encore.

Heureusement, les difficultés de transport à l'Ouest n'affectent nullement la région minière du Katanga; mais là également les débouchés par Beira et Dar-es-Salam se sont montrés insuffisants pour les besoins actuels et pour les nombreux travaux à faire en prévision de l'avenir. Par suite, on a fait des efforts sérieux pour la construction du chemin de fer de Lobito Baz. On fait actuellement les travaux préliminaires pour la construction de la ligne reliant le Congo belge à la frontière de l'Angola et à Angola on pousse le chemin de fer vers l'Est.

Le chemin de fer de Bukama à Ilebo qui mettra Cape Town en communication directe avec le Congo non loin de Stanley-Pool avance rapidement. On va terminer la section de Bukama à Kanda-Kanda. Du côté de Ilebo, la congestion de Matadi a fortement retardé la construction car le matériel ne pouvait arriver. Quand ce chemin de fer sera terminé, il ne pourra servir au transport du cuivre du Katanga par des nombreux transbordements nécessaires entre Ilebo et Matadi, mais il ouvrira cette région fertile du Lomani et du Kasaï oriental délivrée du tsé-tsé.

Récemment, un ingénieur belge a proposé, pour resoudre ces difficultés de rendre, au moyen de sept barrages, le Congo navigable depuis Matadi jusque Stanley-Pool. En même temps, il projette d'utiliser la puissance de l'eau pour produire l'électricité sur une vaste échelle. Par suite de la richesse de la colonie et de la difficulté de construire un chemin de fer pouvant lui suffire, les dépenses énormes nécessaires pour réaliser ce projet gigantesque seraient probablement justifiées. (*Board of Trade Journal*, 9-9-1926). E.-P.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 octobre 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Riquier.* — **Sur l'intégration de l'équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.**

— *Jacques Chokhatte* (transm. par M. Appell). — **Sur les expressions asymptotiques des polynomes de Tchebycheff et de leurs dérivées.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Véronnet* (transm. par M. Appell). — **Extension du théorème de Stokes. Chaque terme du développement du potentiel d'un astre sur un point extérieur est une constante indépendante de la constitution interne.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L. d'Azambuja* et *H. Grenat* (prés. par M. Deslandres). — **Grande activité d'un groupe de taches solaires suivie d'un orage magnétique et d'une aurore boréale.**

Le 13 octobre quatre groupes importants de taches étaient visibles sur le disque dans tout l'hémisphère Nord. Une image de la couche supérieure de l'hydrogène a révélé la présence d'une masse étendue de gaz d'un éclat tout à fait exceptionnel, dans la région occupée par un groupe de taches, sur le point de traverser le méridien central. Cette activité solaire permettait de prévoir une perturbation magnétique qui s'est produite en effet le 14 octobre. Elle a débuté à 20 heures et a duré 36 heures; elle a atteint son maximum d'intensité le 15 entre 19 et 23 heures. Peu après le premier crochet de la phase maxima, une aurore boréale a été observée.

PHYSIQUE APPLIQUÉE A L'ENSEIGNEMENT. — *René Lutembacher* et *Léon Gaumont* (prés. par M. Louis Lumière). — **Application à l'enseignement de l'enregistrement optique des sons combiné à la cinématographie.**

Ce double enregistrement synchronisé permet de réaliser une documentation très complète, empruntée à l'expérimentation, à la clinique, aux méthodes graphiques, pour apprendre aux étudiants les effets utiles et nuisibles de médicaments, suivant les doses employées.

L'expérience a montré que l'on peut obtenir un très grand degré d'exactitude dans la synchronisation de la parole et de la cinématographie; elle a montré en outre, la pureté des bruits enregistrés, non seulement de la parole, mais des signes d'auscultation.

La parole et les bruits du cœur sont inscrits sur un film à l'aide d'un oscillographe à miroir; ils sont reproduits par l'intermédiaire d'une cellule de sélénium et d'un amplificateur triode.

Pour l'enregistrement des bruits du cœur, dont la fréquence est très basse, on utilisera un sthétoscope microphonique, qui permet de transmettre à distance les signes d'auscultation.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse* et *Marius Badoche.* — **Autoxydation et action antioxygène (XIX). Actions catalytiques de l'acide cyanhydrique et de divers composés cyanés.**

Les recherches ont porté sur différentes matières, parmi lesquelles l'acide cyanhydrique présentait un intérêt particulier, en raison de la simplicité de sa molécule, et aussi des travaux importants dont il a été l'objet au point de vue de sa propriété anti-oxygène. Les auteurs ont observé qu'à des doses voisines de 1 p. 100 il produit un effet antioxygène vis-à-vis de l'acroléine, de l'aldéhyde proprionique de l'œnantol, de l'huile de lin. Avec les deux premiers corps, l'action, après un temps variable, cesse brusquement, puis l'oxydation s'accélère. Les actions sont notablement plus faibles à la dose de 1 p. 100.

A la dose de 1 p. 100, action négligeable pour l'aldéhyde benzoïque. Avec le styrolène, action d'abord sensiblement nulle, puis, après un temps variable d'un essai à l'autre, accélération importante.

Dans le cas de l'essence de térébentine, comme l'acide cyanhydrique est pratiquement insoluble, chacun des deux corps paraît s'oxyder comme s'il était seul. L. Franchet.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky.* — **Sur la décomposition de la cellulose dans le sol.**

L'auteur expose le mode d'action d'un microbe d'un

Digitized by Google

type spécial, isolé par Hutchinson et Clayton du sol de Rothamsted, dénommé *Spirochæte Cytophaga*, à cause de ses filaments sinueux et de sa fonction très prononcée de dégrader la fibre cellulosique. L'action de ces vibrions ne s'exerce qu'en contact immédiat avec la fibre qu'ils habillent rapidement d'une couche de leurs articles, en formant une sorte de pseudo-tissus, adhérant jusqu'à épouser tous les détails de structure de la fibre. Toute la masse des vibrions spécifiques, disparaît dans la suite par un phénomène d'autolyse générale.

— *V. Omelianshy* (prés. par M. S. Winogradsky). — **La résistance des cultures d'*Azotobacter chroococcum* à la dessiccation.**

Quelques cultures sur gélose dextrinée ont été abandonnées à la dessication et gardées pendant 10 ans dans une boîte, tout en maintenant la même souche à l'état actif par réensemencements successifs sur le même milieu. Au bout de ce temps, les cultures desséchées avaient l'air de pellicules sèches, tachées d'un enduit brun. Sur huit tubes de gélose dextrinée ensemencés, quatre ont donné des cultures. Le taux du gain, en azote fixé du lot ayant subi une dessication prolongée s'est montré en moyenne de 16 pour 100 inférieur à celui du lot maintenu actif.

PATOLOGIE ANIMALE. — *A. Paillot* (prés. par M. Marchal). — **Rôle des microbes sporulés dans la flacherie du Ver à soie.**

L'auteur a rencontré fréquemment, cette année, dans les élevages atteints de flacherie, une espèce microbienne sporulée qui peut être la cause d'une véritable entité morbide. Les lésions provoquées par ce Bacille sporulé ne sont pas aussi caractéristiques que celles provoquées par le Streptococcus bombycis.

D'après l'autre, il semble que la flacherie ne doit pas être considérée comme une entité morbide déterminée, mais comme un ensemble d'affections du tube intestinal ayant chacune ses lésions propres. P. Guérin.

Séance du 3 novembre 1926.

ANLYSE MATHÉMATIQUE. — *Emile Picard.* — **Sur certaines équations aux dérivées partielles se rattachant à des problèmes d'équilibre calorifique.**

— *I. Raramata* (prés. par M. Hadamard). — **Relation entre les fonctions de répartitions de deux suites dépendant l'une de l'autre.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *G. Valiron* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les théorèmes de MM. Bloch, Landau, Montel et Schottky.**

— *S. Stoïlow* (prés. par M. Emile Borel). — **Remarques sur quelque propriétés des tranformations continues de *n* variables.**

— *A. Kovanko* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les conditions nécessaires et suffisantes de la sommabilité de quelques fonctions.**

GÉOMÉTRIE. — *Paul Alexandroff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les multiplicités cantoriennes et le théorème de Phragmèn Brouwer généralisé.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Paul Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la réciprocité de deux complexes à foyers inflexionnels doubles.**

HYDRODYNAMIQUE. — *R. Mazet* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur l'écoulement par jet.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Charcot* et *P. Idrac.* — **Sur un phénomène de dépression atmosphérique produit sous le vent d'un obstacle élevé.**

Le phénomène de dépression dont les auteurs ont été témoins à l'île Jean Mayen constituée en grande partie par le Beerenberg, volcan de 2.300 m. d'altitude, dont les parois tombent à pentes rapides dans la mer, sur les faces NW. NE et SE, est très vraisemblablement dû à la présence d'une forte colonne d'air ascendante sous le vent de Beerenberg. Des expériences faites par M. Idrac ont montré en effet que sous le vent d'un obstacle à parois raides au-dessus d'une surface unie, il se produisait une colonne d'air ascendante due à la rencontre des deux masses d'air séparées par l'obstacle qui le contournant et se rejoignant à l'arrière s'échappent vers le haut.

MÉTÉOROLOGIE. — *L. Petitjean* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur la thermodynamique des surfaces de discontinuité atmosphériques.**

Si on admet que les masses d'air qui s'écoulent à travers une même surface, pendant l'unité de temps, parallèlement à la surface de discontinuité S et dans des sens opposés, soient égales entre elles, il en résulte que, si une source se rapproche ou s'éloigne plus vite de S que l'autre source, la variation de pente des surfaces isentropiques étant plus forte d'un des côtés de S que de l'autre, pour l'ensemble des masses en mouvement, la quantité d'énergie échangée avec l'extérieur est différente de zéro.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *B. Polland* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Limite d'absorption de la série K de l'élément de nombre atomique 75.**

Les mesures ont été pratiquées avec un spectromètre d'ionisation avec un cristal de NaCl soigneusement ajusté et tournant de telle sorte que le rayon réfléchi tombe toujours dans la fente de la chambre d'ionisation en suivant les déplacements de cette dernière. De plus il est possible, en tournant mécaniquement le cristal exactement de 180°, de faire les mesures de l'autre côté du zéro. Cela permet d'employer la méthode de Siegbahn pour mesurer les longueurs d'onde courtes avec précision. On a augmenté la sensibilité de l'électromètre à feuille en le plaçant directement dans la chambre d'ionisation.

Comme valeur moyenne de la limite d'absorption K pour l'élément 75 l'auteur a obtenu :

$$0{,}1735\ \text{Å} \pm 0{,}0007\ \text{Å}$$

MAGNÉTISME. — *R. Forrer* (prés. par M. Pierre Weiss). — **La structure de l'aimant atomique et les effets mécaniques de l'aimantation.**

Le rapprochement de deux atomes voisins d'un corps solide est limité par la répulsion électrostatique des dernières orbites électroniques, qui peuvent être considérées, à cet effet, comme des lignes chargées d'électricité négative. Le volume d'un corps solide est donc déterminé par la grandeur et l'arrangement des orbites superficielles. Si l'on admet que le moment magnétique d'un constituant est lié à une ou plusieurs orbites, la variation de l'aimantation est accompagnée d'un changement dans l'arrangement des orbites, d'où il résulterait une variation de volume causée par l'aimantation donc une magnétostriction. On peut déduire du mécanisme particulier des différentes parties de l'aimantation, le signe de la magnétostriction correspondante. L'auteur a pu distinguer deux variations reversibles : la rotation du multiplet et le rapprochement de ses constituants.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet* et *Albert Roux.* — **Influence des gaz sur les propriétés des aciers.**

Les essais de recuit ont été effectués dans l'air et dans le vide. La vitesse du dégagement gazeux est très faible tant que la température des éprouvettes est inférieure à 700°. Elle passe par un maximum entre 750° et 850°. Les gaz sont formés de CO^2, CO, H, Az de traces de CH^4; H et CO prédominent, atteignant chacun la proportion de 40 p. 100.

La résistivité de l'acier à 0,04 p. 100 de C a été de 10,20 michroms/cm²/cm après recuit dans le vide durant 2 h.

Digitized by Google

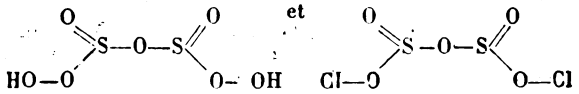
30 m. et de 13,55 microhms/cm²cm. après recuit dans l'air. Cet acier se dissout dans l'acide sulfurique (D = 1,842) étendu de 19 fois son volume d'eau, plus rapidement après recuit dans le vide qu'après recuit dans l'air.

— *Edmond Vellinger* (transm. par M. Perrin). — **La dispersion rotatoire de l'acide tartrique.**

La dispersion rotatoire en fonction du pH a montré que l'élévation progressive du pH des solutions d'acide tartrique s'accompagne d'une augmentation de la pente des courbes de dispersion jusqu'à la neutralisation complète de l'acide; cette augmentation se retrouve lorsqu'on dilue simplement des solutions de cet acide. Par conséquent, la dispersion des solutions d'acide tartrique tend vers celle des tartrates lorsqu'on élève d'une manière quelconque le pH.

CHIMIE MINÉRALE. — *V. Grignard* et P. *Muret.* — **Sur le chlorure de pyrosulfuryle (II).**

Les auteurs sont conduits à admettre pour l'acide et le chlorure pyrosulfuriques les formules :



Ces formules rendent compte de la facile décomposition de ces corps, de la formation de ClOH par action d'une seule molécule d'eau sur le chlorure et des propriétés oxydantes de celui-ci.

— *A. Recoura.* — **Sur le sulfate chromique acétylé.**

L'auteur a fait connaître antérieurement (*C. R.*, 178, 1924, p. 2217) l'action de l'anhydride acétique sur certains sels métalliques hydratés solides. Dans cette nouvelle note il fait connaître les résultats obtenus avec le sulfate chromique violet au point de vue de la formation des sels acétylés. Par l'action lente de l'anhydride acétique, le sel violet tend à verdir, ce qui indique l'arrachement progressif des molécules d'eau au sel. Au bout de vingt jours, on obtient finalement un produit d'un beau vert franc, se détruisant au contact de l'air humide. Il renferme 1 mol. de sulfate chromique, 4 mol. d'eau et 4 mol. d'anhydride.

L'action de l'anhydride acétique sur le sulfate violet $Cr^2(SO^4)^3$, $16H^2O$ est analogue à celle qu'il exerce sur les sulfates étudiés précédemment.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Charles Prévost* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur la déshydratation catalytique des alcools α éthyléniques.**

Dans une Note précédente, (*C. R.* 182, 1926, p. 853), l'auteur a exposé les résultats de la déshydratation catalytique des vinylalcoylcarbinols : il avait obtenu des produits isomères. Dans cette nouvelle Note, il expose ses recherches faits en vue d'élucider cette isomération, par la déshydratation catalytique du propényléthylcarbinol. Il a constaté que l'isomération du carbure érythrémique n'est pas particulière aux vinylalcoylcarbinols. Elle se fait en sens inverse dans le cas des propénylalcoylcarbinols. Toutefois, si elle était prépondérante pour les premiers alcools étudiés précédemment, dans le cas présent elle est très faible. Une plus grande stabilité des érythèmes 1.4. disubstitués peut expliquer cette différence quantitative; qualitativement les phénomènes sont analogues.

— *Charles Dufraisse* et *Alfred Gillet* (prés par M. Charles Moureu). — **Recherches stéréochimiques dans la série de la benzalacétophénone. Isomérie éthylénique et polymorphisme.**

Les auteurs ont préparé de nouveaux couples d'isomères éthyléniques et ont obtenu des composés sous plusieurs formes cristallines. Ils ont observé qu'au point de vue de l'obtention des couples d'isomères éthyléniques, il y a de grandes différences entre les dérivés méthoxylés et leurs homologues éthoxylés. Le groupement $CH^3—O—$ se rapproche beaucoup plus de Br— que de son homologue $C^2H^5—O—$: cette analogie peut aller jusqu'à entraîner l'isomorphisme des deux dérivés correspondants.

Les auteurs signalent la transformation que fait subir la lumière solaire aux cristaux de l'α-bromo-β méthoxybenzalacétophénone, isomère B, baignant dans leur liqueur mère.

— *Georges Darzens* (prés. par M. Moureu). — **Nouvelle méthode générale de synthèse de carbures tétrahydronaphtaléniques et naphtaléniques.**

La nouvelle méthode repose sur une cyclisation très particulière de l'acide benzylallylacétique, qui a lieu sous l'action de l'acide sulfurique concentré et qui donne un acide tétrahydrométhylnaphtaline carbonique facile à déshydrogéner, puis à décarboxyler en méthylnaphtaline.

— *Pierre Bedos* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur l'isomérie stéréochimique des orthocyclohexanediols et sur la structure de l'oxyde de cyclohexène.**

Bœseken et ses élèves avaient montré, en 1922 que le glycol fusible à 104° préparé par Brunel devait être considéré comme étant le glycol trans. Les recherches de l'auteur confirment cette assertion.

En mettant en œuvre l'oxyde de cyclohexène, on observe six réactions conduisant toutes au glycol F. 104 on a des dérivés de ce glycol. Il semble qu'on peut admettre que l'orientation des diverses valences de deux atomes de carbone intéressés est la même dans l'oxyde de cyclohexène et dans le glycol fusible à 104°.

MINÉRALOGIE. — *R. Weil* (prés. par M. Pierre Termier). **Influence des impuretés sur la température de transformation paramorphique de la cristobalite.**

Il paraît certain que les bas points de transformation, de 170° à 220°, sont dûs à la présence d'éléments volatils et plus spécialement, des alcalis. La cristobalite artificielle étant généralement obtenue à haute température, les points de transformation inférieures à 220° ne s'observent généralement pas. Quant aux variations de la température de transformation entre 220° et 260°, elles paraissent attribuables aux impuretés non volatiles, Fe, Ca, Mg, comme le confirme l'examen de la cristobalite de la zone grise des briques de silice.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *Marcel Lefèvre* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur une variation de tabulation chez certains péridiniens d'eau douce.**

L'auteur affirme que toutes les variétés et formes du *Peridinium munusculum* Lind. sont identiques à celles du *P. inconspicum* Lemm. sous des types de tabulation différents. Il pense également pouvoir souligner l'identité du *P. africanum* Lemm. et du *P. tatricum* Woloszinska. Un regroupement total s'impose aussi dans les espèces et variétés créées par Playfair : *P. geminum* et variétés, *P. caudatum* et variétés; *P. umbonatum* var. *centenniale*, var. *ovale*, etc. Il signale enfin une variation de l'hypovalve encore inobservée chez les représentants du genre *Peridinium* (eau douce) et qui se traduit par la présence d'une seule *at* au pôle antopical.

MYCOLOGIE. — *Pierre Georgévitch* (prés. par M. J. Costantin). — *Ceratostomella Querci* n. sp.

Le *Graphium*, dont les conidies se rencontrent parfois dans la lumière des vaisseaux du Chêne, est la forme accessoire de la fructification d'une espèce *Ceratostomella* dénommée par l'auteur *C. Querci*. Ce *Ceratostomella Querci* doit être rangé dans le groupe des champignons qui colorent en gris foncé le bois du chêne, cette couleur

Digitized by Google

provenant de la couleur grise des hyphes qui remplissent les vaisseaux de l'aubier.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action de l'ergotamine sur la respiration.**

Même au point de vue de leur action sur la respiration, l'ergotamine et l'ergotoxine ne diffèrent pas qualitativement. Toutefois, contrairement à l'ergotoxine qui est une substance amorphe ayant des caractères chimiques mal définis, l'ergotamine est un alcaloïde pur, cristallisé et à constantes physiques nettement fixes. De plus, l'action de l'ergotamine est nettement plus forte que celle de l'ergotoxine.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Raoul Bayeux* (prés. par M. A. Desgrez). — **Transmission de l'érythroclasie altitudinique par le sérum d'un animal décomprimé.**

Le sérum d'un animal fortement décomprimé contient des substances solubles qui reproduisent, sur un animal sain de même espèce, les déformations érythrocytiques constatées dans le sang du premier animal. Cette action dure encore chez le second animal 10 jours après la première injection.

Cette persistance des troubles érythocytiques est à opposer à ce qui se produit chez un animal décomprimé et laissé ensuite au repos; en effet, au bout du même temps, ce dernier animal présente généralement des formes hématiques de néopoïèse à l'exclusion des formes d'érythroclasie qui ont disparu.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — *Prix et subventions attribués en* 1926 :

PRIX PONCELET (2.000 fr.) : M. Paul Montel, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

PRIX FRANCOEUR (1.000 fr.) : M. Gaston Julia, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

PRIX MONTYON (1.500 fr.) : M. Kyrille Popoff, Professeur à l'Université de Sofia.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1.500 fr.) : Lieutenant-colonel Antoine Alayrac, Ingénieur en chef de l'Aéronautique.

FONDATION HENRI BAZIN (5.000 fr.) : MM. Léo Escande, chargé de conférences à l'Institut électrotechnique de l'Université de Toulouse, et Marcel Ricaud, maître de conférences à l'Université de Toulouse.

PRIX MONTYON DES ARTS INSALUBRES : Un prix de 2.500 francs à M. Ernest Portier, Inspecteur principal des établissements classés de département de la Seine; une mention honorable de 1.500 francs à M. Louis Chelle, professeur à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux.

PRIX JECKER : Un prix de 6.000 francs à M. André Wahl, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers; un prix de 4.000 francs à M. Gustave Vavon, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

PRIX LA CAZE (10.000 fr.) : M. André Job, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

FONDATION CAHOURS : Arrérages partagés entre MM. Raymond Delaby, préparateur à la Faculté de Pharmacie et Michel Samsoen, ingénieur des Arts et Manufactures.

PRIX HOUZEAU (700 fr.) : M. Louis Hackspill, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

MÉDAILLE BERTHELOT : M. Ernest Portier, lauréat du prix Montyon des Arts insalubres, et M. André Job, lauréat du prix La Caze.

PRIX SERRES (7.500 fr.) : M. Charles Pérez, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

PRIX VAILLANT (4.000 fr.) : Mme Lucie Randoin, directrice du laboratoire de la station centrale de recherches sur l'alimentation (Institut des recherches agronomiques).

PRIX JEAN REYNAUD (10.000 fr.) : à la mémoire de feu Alfred Giard, membre de l'Académie des Sciences.

PRIX SAINTOUR (3.000 fr) : M. Pierre Fauvel, Professeur à la Faculté catholique des Sciences d'Angers.

PRIX LONGCHAMPT (4.000 fr.) : M. Charles Dhéré, Professeur à l'Université de Fribourg.

PRIX WILDE : Un prix de 2.000 francs à M. Armand Renier, Professeur à l'Université de Liège; un prix de 2.000 francs à M. Bruneau de Laborie, explorateur.

PRIX CAMÉRÉ (4.000 fr.) : M. Raoul Féret, Chef du laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-Mer.

PRIX GASTON ROUX (1.000 fr.) : M. Chevey, préparateur au Muséum d'histoire naturelle.

PRIX THORLET (prix de vertu de 1.600 fr.) : M. Adolphe Richard, ancien préparateur à l'Ecole supérieure des Mines.

PRIX ALBERT Ier DE MONACO (100.000 fr.) : M. Jean Charcot.

FONDATION TRÉMONT (1.000 fr.) : M. Edmond Marcotte, ingénieur-conseil des mines de Laluque.

FONDATION HIRN (2.500 fr.) : M. Thoret, attaché au service technique de l'aviation.

FONDATION BECQUEREL (3.000 fr.) : M. Georges Bruhat, professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Prix Nobel. — Nous apprenons que le prix Nobel de Physique pour 1926 sera décerné à M. Jean Perrin, membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, pour ses travaux sur le mouvement Brownien et la constitution de l'atome.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Institut de Psychologie.* — Cours et Travaux pratiques de l'année scolaire 1926-1927.

PSYCHOLOGIE GÉNÉRALE. — M. Delacroix. — Questions de psychologie. *Les mardis à 17 heures.* Sorbonne : Amphithéâtre Descartes (1er sem.).

Exercices pratiques : Leçons d'étudiants. *Les lundis à 14 heures.* Sorbonne : Amphithéâtre Guizot (1er sem.), Salle G. (2e sem.).

Direction de travaux et de recherches. *Les lundis à 17 heures.* Sorbonne : Salle attenant à la salle E (1er et 2e sem.).

M. Meyerson. — Exercices pratiques. Leçons d'étudiants. *Les samedis à 10 heures.* Sorbonne. (1er et 2e sem.)

PSYCOLOGIE PATHOLOGIQUE ET EXPÉRIMENTALE. — M. Dumas. — Les directions de la psychologie pathologique. *Les dimanches à 8 h. 1/2.* Asile clinique, 1, rue Cabanis. (1er et 2e sem.).

Exercices pratiques. *Les mardis à 10 heures.* Asile clinique, (1er et 2e sem.).

PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET COMPARÉE. — M. Janet. — L'étude de la pensée intérieure et de ses troubles. *Les lundis et jeudis à 13 h. 3/4.* Collège de France : salle 8. (1er et 2e sem.).

PSYCHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE. — M. Piéron. — Les problèmes psycho-physiologiques de la perception. *Les mercredis à 15 heures.* Collège de France : Salle 3 (1er et 2e sem.).

M. Meyerson. — Travaux pratiques (sensations, perceptions, motricité, émotions, efficience mentale). *Les vendredis à 9 h. 1/2.* Sorbonne : Laboratoire de Psychologie physiologique. (1er et 2e sem.).

Digitized by Google

Psychologie zoologique. — M. Rabaud. — Parasitisme et comportement. *Les mardis et mercredis à 10 heures.* Sorbonne : Amphithéâtre de Géologie (2e sem.).

Mlle Cousin. — Démonstrations et exercices pratiques. *Les samedis à 14 heures.* Sorbonne : Laboratoire de Biologie expérimentale (1er et 2e sem.).

Section de Pédagogie

Psychologie appliquée a l'éducation. — M. Wallon. — Les notions intellectuelles et leur développement chez l'enfant. *Les jeudis à 16 heures.* Sorbonne : Amphithéâtre Michelet (1er sem.).

Travaux pratiques. — *Les jeudis à 9 h. 1/2.* Laboratoire de Psychologie pédologique, groupe scolaire, 28, rue de la Mairie, Boulogne-sur-Seine (1er et 2e sem.).

Pédagogie expérimentale. — M. Simon. — La mesure de l'instruction. *Les jeudis à 16 heures.* Sorbonne : Amphithéâtre Michelet (2e sem.).

Travaux pratiques. *Les mardis à 14 heures* Ecole des Filles, 18, rue Saint-Jacques (1er et 2e sem.).

Section de Psychologie appliquée

Applications au travail et à l'industrie. — Sélection et orientation professionnelles.

Conférence et direction de travaux d'élèves. — La mesure en psychologie (Psychométrie et psychographie. Les méthodes de tests. Le calcul des corrélations, etc. (avec le concours de M. François et de Mlle Lichtenberger). *Les lundis à 17 heures.* Sorbonne : Salle S (1er et 2e sem.).

Travaux pratiques et conférences techniques. — La psychotechnique, science expérimentale. La méthode psychotechnique appliquée à la sélection, à l'orientation professionnelles, à la psychiâtrie. Le calcul des machines. *Les vendredis à 14 heures.* Asile clinique, 1, rue Cabanis, Laboratoire de Psychologie appliquée (1er et 2e sem.).

Les élèves pourvus du diplôme de Psychologie appliquée pourront être autorisés à suivre pendant une année des exercices pratiques de perfectionnement destinés à les préparer aux recherches et aux applications industrielles.

L'Institut de Psychologie décernera le titre d'*élève diplômé* (de psychologie, de pédagogie ou de psychologie appliquée) aux étudiants justifiant d'une scolarité de deux semestres, ayant suivi avec assiduité les enseignements de la section correspondante et ayant satisfait aux examens de fin de semestre.

Des recherches en vue des Diplômes d'Etudes Supérieures et des Doctorats pourront être poursuivies dans les laboratoires de l'Institut.

Les élèves pourvus du diplôme de psychologie générale et du diplôme de psychologie appliquée pourront, dans des conditions de scolarité déterminées et après un travail de recherches personnelles, briguer le diplôme *d'expert psychotechnicien de l'Université de Paris.*

Pour être admis aux cours et conférences, les étudiants devront être immatriculés à l'une des Facultés de l'Université de Paris et inscrits sur les registres de l'Institut. Pour être admis aux Travaux Pratiques, ils devront verser un droit semestriel de 150 francs.

Les inscriptions seront reçues au Secrétariat, Sorbonne, Salle R, Escalier A, 2e étage.

— *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences ont été soutenues à la Sorbonne :

15 novembre : M. Gaussen : *Végétation de la moitié orientale des Pyrénées : sol, climat, végétation.*

16 novembre : M. Long : *Sur certaines transformations par polaires relativement au complexe linéaire et à la sphère.*

M. Bodin soutiendra le 26 novembre, à 10 heures, une thèse pour le doctorat ès-sciences, sur le sujet suivant : « *Contribution à l'étude de l'émission de radiations de courte longueur d'onde par les corps faiblement conducteurs.* »

Muséum d'Histoire naturelle. — *Cours de Botanique.* — M. Mangin, membre de l'Institut commencera son Cours le lundi 29 novembre 1926, à 9 h. 30 du matin, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie et le continuera les mercredis et lundis suivants, à la même heure.

Le Professeur terminera l'étude des Champignons. Il insistera tout particulièrement sur les Champignons parasites.

Les excursions et les épreuves pratiques complémentaires du Cours seront annoncées par des affiches spéciales.

— *Cours de Physique appliquée aux Sciences naturelles.* — M. Jean Becquerel ouvrira son Cours le lundi 29 novembre 1926 à 17 heures, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie, 36, rue Geoffroy-St-Hilaire, et le continuera les mercredis, vendredis et lundis, à la même heure.

Le Professeur traitera : 1° Des radiations corpusculaires (rayons cathodiques, rayons d'électricité positive, effet photoélectrique, émission d'ions et d'électrons par les corps incandescents); 2° Des phénomènes radioactifs; 3° Du rôle de tous ces phénomènes dans la nature.

Ecole Polytechnique. — M. Tournaire, colonel commandant en second, est nommé administrateur civil à compter du 1er janvier 1927. (*J. O.*).

Ecoles préparatoires de Médecine et de Pharmacie. — Un concours s'ouvrira le 28 avril 1927 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Lille pour l'emploi de suppléant de la chaire de Pharmacie et Matière médicale, à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole Nationale d'Horticulture. — M. Trouvelot, Ingénieur-agronome, est nommé, après concours, Professeur de Zoologie et d'Entomologie horticoles, en remplacement de M. Henneguy, admis à la retraite.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les rayons ultra-violets et associés en thérapeutique, par le Dr J. Saidman. In-8° de 580 pages avec 114 figures et 80 spectrogrammes. Gaston Doin, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

On emploie de plus en plus le rayonnement ultra-violet en thérapeutique, aussi était-il très opportun de mettre à la portée des praticiens à la fois les notions théoriques sur lesquelles repose la photothérapie et l'ensemble des connaissances techniques que nous possédons actuellement sur l'action, le mode d'emploi et les indications des rayons chimiques. C'est ce qu'a réalisé très heureusement dans le présent ouvrage M. Saïdman qui a eu la généreuse idée de faire profiter ses confrères de la grande expérience qu'il a acquise en appliquant depuis plusieurs années les rayons ultra-violets dans des cas relevant de tous les domaines de la pathologie.

Digitized by Google

Son livre comprend trois parties. La première est consacrée à la technique. On y trouve l'exposé des données physiques indispensables et l'étude approfondie des diverses sources d'ultra-violet, ainsi que des méthodes qui permettent de mesurer l'intensité de leur rayonnement. La seconde partie traite de l'absorption des radiations ultra-violettes, de leur action chimique, de leur effet photo-électrique, de leur influence sur les tissus sains et des théories qui cherchent à expliquer leur action thérapeutique.

Les 290 dernières pages sont entièrement réservées à la thérapeutique. L'auteur y étudie le mode d'application de l'actinothérapie et les accidents qu'elle peut provoquer, puis il passe en revue les affections qui sont justiciables d'un traitement par l'ultra-violet en donnant pour chacune d'elles tous les renseignements techniques qui peuvent être utiles aux médecins.

Le rayonnement ultra-violet constitue dans certains cas un très précieux agent thérapeutique qu'on ne doit pas présenter comme une panacée, mais qu'on aurait tort d'accueillir avec trop de septicisme. En lisant l'excellent ouvrage de M. Saïdman les praticiens se rendront compte des grands progrès qui ont été accomplis en photothérapie, depuis que Finsen en a donné les bases scientifiques il y a une trentaine d'années, et apprendront comment et dans quelles circonstances ils pourront, au mieux, en faire bénéficier leurs malades. A. B.

Théorie et pratique des radiocommunications, par L. Bouthillon, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes. Tome II : *La propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la Terre*. In-8° de 340 pages avec 133 figures. Tome III : *Oscillations et Haute fréquence*. In-8° de 282 pages avec 72 figures. Delagrave, éditeur, Paris.

M. Bouthillon a entrepris il y a quelques années, la publication d'une encyclopédie relative aux radiocommunications. Nous avons signalé, dans cette Revue, le tome I, paru en 1919.

Le tome II est consacré à *La propagation des ondes à la surface de la Terre*. Il est divisé en deux parties. La première résume les résultats expérimentaux relatifs aux propagations à courtes distances, aux propagations à grandes distances, à l'influence de la configuration du sol, à celle des conditions météorolgiques et aux parasites. Dans la seconde, l'auteur expose les essais de théorie élaborées en vue d'interpréter les faits expérimentaux. Dans un chapitre de conclusion, il a résumé l'ensemble des résultats acquis.

Le tome III, intitulé *Oscillations de Haute fréquence* est d'ordre à peu près exclusivement théorique, les expériences et les applications sont réservées pour un autre volume. Après deux chapitres d'introduction consacrés l'un aux oscillations propres et forcées des réseaux électriques, l'autre aux courants harmoniques simples et amortis, l'auteur aborde le fond de la question en passant méthodiquement en revue les diverses combinaisons de circuits oscillants qu'on peut rencontrer en pratique. Le problème si important du couplage des circuits est étudié avec beaucoup de détails.

Tous les spécialistes seront reconnaissants à M. Bouthillon de l'œuvre considérable qu'il a entreprise et qu'il a jusqu'ici pleinement réussie. Par l'abondance de la documentation et la clarté des exposés, il leur permettra d'embrasser sans trop de difficultés cette science si vaste et parfois si délicate que constitue, à l'heure actuelle, l'ensemble des problèmes relatifs aux radiocommunications.

A. Bc.

The use of solvents in synthetic organic chemistry, par Donald W. Mac Ardle, professeur à l'Université de Boston. In-8° relié de 217 pages. Chapman and Hall Ltd, éditeurs, 11, Henrietta Street, Londres Wc. 2. — Prix : 15 sh.

Dans les manuels techniques de chimie organique la question des dissolvants n'est pas toujours traitée avec tous les développements que justifierait son importance; c'est donc une heureuse idée qu'a eue M. Marc Ardle de lui consacrer un ouvrage spécial qui, est d'ailleurs, en quelque sorte, la première partie d'un traité analogue à ceux de Lassar-Cohn ou de Weyl.

C'est une livre de compilation qui sera fort utile à tous les chercheurs des laboratoires de synthèse organique. Ils n'apprécieront pas seulement les 167 pages dans lesquelles sont passées en revue les méthodes de préparation ou de purification et toutes les applications des dissolvants minéraux et organiques, mais également la partie bibliographique qui ne comporte pas moins de 908 indications. Toutefois, celle-ci aurait gagné à être un peu plus complète en ce qui concerne les travaux français et, pour une seconde édition, l'auteur aurait avantage à parcourir attentivement les comptes rendus de l'Académie des Sciences ou le Bulletin de la Société Chimique. Cette réserve faite, il est incontestable que cet ouvrage rendra service à beaucoup de chimistes car on n'est jamais trop bien documenté sur l'emploi des dissolvants quand on cherche à extraire ou à purifier des substances organiques. A. B.

Les mollusques d'eau douce, par E. Chemin, Agrégé de l'Université, Docteur ès-ciences. In-8° de 185 pages avec 11 planches noires, 4 planches coloriées et 47 figures (*Encyclopédie pratique du naturaliste*). — Paul Lechevalier, éditeur, 12, rue de Tournon, Paris. — Prix : 25 francs.

Un des derniers ouvrages parus dans la même collection traitait de la Faune des lacs, des étangs et des marais, mais naturellement l'auteur n'avait pu consacrer à chacun des groupes zoologiques que quelques pages de son intéressant abrégé de limnologie. Le nouveau volume que nous présentons aujourd'hui va donc constituer, pour ce qui concerne les mollusques, un complément fort utile au livre de M. Germain.

Les amateurs de malacologie trouveront, en effet, dans la courte monographie que M. Chemin a écrit à leur intention, un excellent guide pour aborder l'étude des espèces d'eau douce. En parfait biologiste, l'auteur ne s'est pas contenté de doner simplement les caractères qui permettent de déterminer les mollusques de nos rivières. Il a choisi dans chaque genre l'espèce la plus commune ou la plus typique, en a exposé succinctement l'organisation puis le genre de vie, la façon de se nourrir, de se reproduire, de se déplacer et décrit, très clairement, la forme et les particularités de la coquille. Après avoir exposé tous les caractères essentiels de l'espèce type, il a indiqué ceux des espèces voisines et comparé entre eux tous les genres, familles et ordres.

Comme tous les volumes de l'Encyclopédie pratique du Naturaliste ce livre est fort bien illustré. Les descriptions anatomiques sont rendues plus faciles à saisir par de nombreux dessins répartis dans le texte. Celui-ci est suivi d'une série de belles planches où sont figurées toutes les coquilles étudiées dans l'ouvrage; les unes sont imprimées en bistre, pour les espèces dont la coloration est trop terne ou trop uniforme, les autres sont coloriées. Enfin, comme certaines coquilles sont très petites, elles ont dû être reproduites plus grandes que nature, mais toujours accompagnées d'un croquis aux dimensions réelles.

Ce petit livre rendra certainement service à tous ceux

Digitized by Google

qui s'intéressent aux mollusques d'eau douce que bien des spécialistes négligent pour se consacrer surtout aux espèces marines. Il sera très précieux aux amateurs, de même qu'aux étudiants qu'il préparera fort bien à l'étude de monographies plus complètes. A. B.

Entretiens sur la Sociologie, par Paul Choisnard, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. In-8° de 128 pages. Ernest Leroux, éditeur, Paris. Prix : 10 francs.

Recueil de réflexions et d'aphorismes concernant les sujets les plus variés : la valeur de l'histoire, les génies, la vie chère, la natalité, l'enseignement, la législation sociale, la méthode sociologique, etc... A défaut d'originalité, à laquelle l'auteur lui-même ne semble pas prétendre, on trouvera dans ces entretiens du bon sens et de la simplicité. La plupart tournent autour d'une des préoccupations essentielles de M. Choisnard, et qui lui avait inspiré plusieurs de ses précédents ouvrages : le bon usage des définitions et des statistiques. R. T.

Les Cycles frigorifiques. — Fonctionnement des machines et installations frigorifiques, exposé à l'aide du diagramme entropique, par P. Ostertag. Traduit sur la 2e édition allemande revue et augmentée par E. Prion, ingénieur, ancien élève de l'Ecole supérieure d'électricité, professeur à l'Ecole d'Arts et Métiers de Genève. In-8° de 172 pages avec 58 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 45 fr. 60.

Les spécialistes du froid possèdent, dans le diagramme entropique des vapeurs, un excellent instrument pour représenter et calculer les actions frigorifiques. L'auteur accorde sa préférence au diagramme entropie-température qui se rattache directement aux principes de la thermodynamique.

La première partie de l'ouvrage est consacré à un rappel des généralités thermodynamiques. On y trouvera les tables numériques de vapeur de l'ammoniac, de l'acide carbonique et du chlorure de méthyle; cette dernière table ne figure pas dans les traités courants.

La seconde partie contient l'examen de nouveaux cycles frigorifiques en particulier des procédés à plusieurs étages avec leurs diverses combinaisons de couplage. La transmission de la chaleur est traitée dans une section spéciale et est accompagnée du calcul d'un condenseur à doubles tubes. La matière frigorifique à vapeur offre un problème intéressant, surtout si l'on tient compte de la présence de l'air dans le circuit.

Les diagrammes entropiques des quatre principaux agents frigorifiques sont donnés sous forme de planches hors texte. L. Ft.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Dr L. Joubin. — Les métamorphoses des animaux marins. (*Bibliothèque de Philosophie scientifique*). In-16 de 270 pages avec 71 figures. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

E. Vermeil. — L'Empire allemand 1871-1900. (Collection. *Histoire du Monde*). In-8° de 262 pages. E. de Boccard, éditeur, Paris.

G. Hermann et *C. Morel.* — Précis d'anatomie pathologique. 2e édition. In-8° de 820 pages avec 8 planches et 349 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 66 francs.

R. Carton et *P. Dumartin.* — La transformation de l'énergie électrique : I. Les transformateurs. In-16 avec 39 figures (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 11 fr. 90.

Ed. Marcotte. — Les Moteurs à combustion. In-16 avec 37 figures. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 11 fr. 90,

A. Maublanc. — Les champignons de France. T. I In-16 de 120 pages avec 96 planches coloriées et nombreuses figures en noir. (*Encyclopédie pratique du naturaliste*). Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs

F.-O. Bower. — The Ferns (Filicales). Vol. II (The Eusporangiatæ and other relatively primitive Ferns). In 8° de 344 pages avec 270 figures. Cambridge University Press. — Prix : 30 sh.

Sir E. A. Wallis Budge. — The Mummy. A handbook of Egyptian funerary archæology. 2e édition. In-8° de XXIV, 514 pages avec 39 pl. et 75 figures. Cambridge University Press. — Prix : 45 sh.

F. Kehrmann. — Gesammelte abhandlungen. T. IV. In8-° de 266. Georg Thieme, éditeur, Leipzig.

M. Schoen. — Les problèmes des fermentations. Les faits et les hypothèses. (Monographies de l'Institut Pasteur). In-8° de 200 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

R. Hugel et *G. Delater.* — Le système veineux normal et pathologique. Guide des malades et des prédisposés. In-16 de 184 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

H. Bouasse. — Acoustique générale. Ondes aériennes. In-8° de 540 pages avec 234 figures. Delagrave, éditeur, Paris.

Paul Woog. — Contribution à l'étude du graissage. Onctuosité, influences moléculaires. In-8° de 278 pages avec figures. Delagrave, éditeur, Paris.

Jean Becquerel. — Cours de Physique à l'usage des élèves de l'enseignement supérieur et des ingénieurs. T. II. Elasticité. Acoustique. In-8° de 426 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 49 francs.

Mémorial des Sciences mathématiques. — Fasc. XIV, XV, XVI et XVII. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 14 fr. 50 le fascicule.

Du Pasquier. — Le Calcul des Probabilités. Son évolution mathématique et philosophique. In-8° de 304 pages. Hermann, éditeur, Paris. Prix : 49 francs.

Axel Egnell. — L'Ochématique (Le calcul vectoriel. Les applications géométriques et ses rapports avec le calcul différentiel absolu. In-8° de 265 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

P. Appell et *J. Kampé de Fériet.* — Fonctions hypergéométriques et hypersphériques. Polynomes d'Hermite. In-4° de 434 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Dr F. Gonseth. — Les fondements des mathématiques. De la Géométrie d'Euclide à la relativité généralo et à l'Intuitionisme. Albert Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Paul Choisnard. — La chaîne des harmonies ou la spirale dans la nature. In-8° de 209 pages. Leroux, éditeur. Paris. — Prix : 25 francs.

J. de Saint-Prix. — La conscience comme principe spirituel. In-8° de 231 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

J. Saïdman, L.-G. Dufestel, L.-J. Colanéri, R. Robine. — Annales de l'Institut d'Actinologie. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 40 fr. par an.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 23 64e ANNÉE 11 DÉCEMBRE 1926

L'OPTIQUE PHYSIQUE DES RAYONS X

L'étude des propriétés optiques des rayons X, après avoir retenu longtemps l'attention des chercheurs (de Röntgen lui-même) dans le dessein d'assimiler les nouvelles radiations à celles déjà étudiées et de les faire entrer dans l'édifice de l'électromagnétisme, fut à peu près abandonnée sans avoir fourni de résultats d'importance. La découverte de Laue et sa riche moisson de conséquences, quant à la classification des spectres de haute fréquence, à la structure de l'atome, vint en effet détourner l'attention au profit d'idées nouvelles, subversives parfois, dont les radiations Röntgen constituent un des arguments les plus fermes : l'aspect corpusculaire de la radiation, la notion du quantum opposée à l'optique ondulatoire.

Au cours des dernières années, l'optique physique des rayons X a été heureusement remise en question : plusieurs résultats, qui sembleraient tardifs si le développement de la science obéissait lui-même aux lois de la logique, se sont faits jour, tels que la réflexion totale, la diffraction par les réseaux ordinaires, la polarisation totale d'un faisceau de lumière Röntgen. Tous ces phénomènes conservent l'allure de leurs prédécesseurs de l'optique ordinaire ; ils se rangent, et c'est fort consolant pour ceux qui conservent leur culte à la théorie classique, sous les lois de l'électromagnétisme. Ainsi, grâce à l'étude des propriétés des rayons X, nous apparaîssent deux aspects extrêmes et coexistants de la radiation : l'aspect quantique et l'aspect électromagnétique. Leur lien intime, la nature véritable de la lumière qui se présente à nous sous ces deux faces de Janus, nous échappent encore. Une étude poussée des propriétés optiques des rayons X, paraît un des moyens les plus propres, sinon le seul, à résoudre cette difficulté, tout en rétablissant l'harmonie dans nos théories optiques.

I. *Réfraction et réflexion totale.*

Toute recherche sur l'optique physique des rayons Röntgen est rendue délicate par l'extrême faiblesse des modifications de vitesse de propagation que subissent ces radiations en traversant divers milieux, si bien que les phénomènes passent inaperçus (on a cru longtemps que les rayons X n'éprouvaient pas de réfraction), sauf dans des conditions d'observation très particulières. En fait, les recherches anciennes de Röntgen, de Perrin, de Walter, de Chapman et celles, plus récentes de Barkla, de Webster et Clark, de Dauvillier, avaient montré que la différence δ entre l'unité et l'indice de réfraction μ des rayons X était *extrêmement petite* (inférieure à 10^{-4}).

Par ailleurs, la théorie électromagnétique de la dispersion de Drude-Lorentz, supposant que, dans chaque atome irradié, les électrons liés (de « fréquences propres » ν_p) peuvent entrer en vibration sous l'influence du champ électromagnétique de l'onde incidente (de fréquence ν), permet d'obtenir une valeur théorique de l'indice (1), en assimilant les « résonateurs » de la théorie de Drude aux électrons des couches successives K, L, M, etc. de l'atome de Bohr : elle confirme la petitesse de la valeur de δ.

L'existence d'un indice de réfraction pour les

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

rayons X a été mise en évidence expérimentalement pour la première fois par une étude plus approfondie de la loi de Bragg. On sait en quoi consiste le phénomène de réflexion sélective des rayons X par les cristaux : un faisceau de rayons X de longueur d'onde λ n'est réfléchi régulièrement par la surface d'un cristal de distance réticulaire d que sous les angles θ satisfaisant à la relation de Bragg :

$$n\lambda = 2d \sin \theta_n \qquad (n = \text{ordre de réflexion}) \tag{2}$$

L'expérience prouve que cette loi ne représente qu'une première approximation et que les angles θ de réflexion sélective correspondant aux valeurs successives de n s'écartent systématiquement des chiffres théoriques. Darwin et Ewald ont fait remarquer que tel était bien le résultat auquel conduirait l'existence d'un indice de réfraction légèrement différent de l'unité lors du passage dans le cristal. En tenant compte d'un indice de réfraction $\mu = 1 - \delta$, la relation de Bragg (2), doit s'écrire :

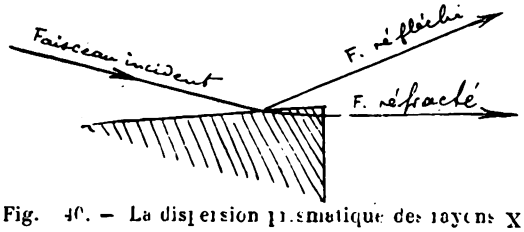


Fig. 340. — La dispersion prismatique des rayons X

$$n\lambda = 2d \sin \theta_n \left(1 - \frac{\delta}{\sin^2 \theta_n}\right) \tag{3}$$

Hjalmar (I) a montré par des recherches très précises que l'expression

$$\frac{\log \sin \theta_n}{n}$$

pour une longueur d'onde donnée, décroît et tend vers une limite lorsque n augmente (il allait jusqu'au dixième ordre), ce qui est bien conforme à la relation (3)*. L'existence d'un indice peu inférieur à l'unité était définitivement acquise.

Des mesures de cet indice ont été ensuite obtenues par deux procédés classiques de l'optique ordinaire : réflexion totale et réfraction. Un indice de réfraction un peu inférieur à l'unité entraîne, en effet, l'existence d'une *réflexion totale* pour des angles très rasants et inférieurs à un certain angle limite θ_m, tel que

$$\theta_m = \sqrt{2\delta} \tag{5}$$

Fig. 344)

Le phénomène n'est évidemment pas limité aux substances cristallines : il a lieu, par exemple pour le verre et a été observé par Compton (II), Siegbahn et Larsson (III) et par moi-même (IV).

Voici quelques valeurs mesurées pour l'angle critique θ_m et les nombres correspondants calculés pour l'indice d'après (5).

Substances réfléchissantes	λ. U Å	Angle critique	$\delta = 1-\mu$
Verre	1,279	10'	$4{,}2 \times 10^{-6}$
Verre	0,52	4'	$0{,}9 \times 10^{-6}$
Argent	1,279	22'5	$21{,}5 \times 10^{-6}$

L'indice se rapproche de l'unité quand la longueur d'onde *diminue* et il est à prévoir que pour les rayons gamma des substances radioactives, la différence deviendra extrêmement faible (de l'ordre de 10^{-9}) et très difficile à atteindre. Ces valeurs observées dans le cas des rayons X sont en très bon accord avec celles que

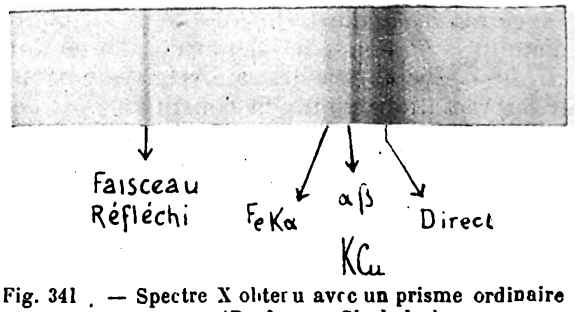


Fig. 341. — Spectre X obtenu avec un prisme ordinaire en verre (Professeur Siegbahn)

fournissent la formule (1) de la théorie de Drude : dans le cas, par exemple, de la radiation $\lambda = 1{,}279$ A, se réfléchissant sur un miroir d'argent, on calcule ainsi $\delta = 20{,}3 \times 10^{-6}$, en supposant actifs la totalité des électrons de l'argent (Nombre atomique $Z = 47$), tandis que l'expérience donne $\delta = 2{,}15 \times 10^{-6}$.

La réflexion paraît d'ailleurs être totale en dedans de l'angle critique, elle diminue très rapidement quand on le dépasse et se limite à un domaine très restreint de rayons rasants.

La seconde conséquence de l'existence d'un indice de réfraction des rayons Röntgen est la découverte de la *réfraction* de ces radiations. Siegbahn et Larsson (*loc. cit.*), ont pu observer la déviation prismatique des rayons X et obtenir le spectre d'un faisceau hétérogène comprenant les radiations K du fer et du cui-

(1) La théorie fournit le résultat suivant :

$$\delta = 1 - \mu = \frac{e^2}{2\pi m} \sum_{p=K,L,M\ldots} \frac{N_p}{\delta \nu^2 - \nu_p^2} \quad \text{où} \tag{1}$$

ν_p est une des fréquences propres des atomes traversés et N_p = le nombre des résonateurs correspondants par unité de volume. On a, par suite, pour une substance de densité ρ, éclairée par une radiation de longueur d'onde λ (en Angströms) :

$$\delta = 1{,}365\, \rho \lambda^2 \times 10^{-6}$$

(*) L'équation (3) peut s'écrire, en effet, en tenant compte de l'expression (1) de δ et en négligeant les « fréquences propres » de l'atome devant la fréquence incidente ν :

$$n\lambda = 2d \sin \theta_n \left(1 - \frac{4\,Ne^2\,d^2}{2\pi m\, n^2 c^2}\right) \tag{4}$$

Digitized by Google

vre, en le faisant tomber, sous un angle rasant, au voisinage immédiat de l'arrête d'un prisme rectangle de verre (fig. 340 et 341). On peut, ici encore, déterminer les indices des diverses radiations incidentes et l'on trouve un bon accord avec les résultats de la méthode de réflexion totale (1).

Un autre très important phénomène, mis en évidence récemment dans le domaine des rayons X, et qui s'interprête assez bien dans la formule (1) de Drude, est celui de la *dispersion anormale*. On sait que, dans le domaine optique, la dispersion d'un corps pour une radiation d'une longueur d'onde donnée est fortement perturbée lorsque cette longueur d'onde se rapproche d'une bande d'absorption de

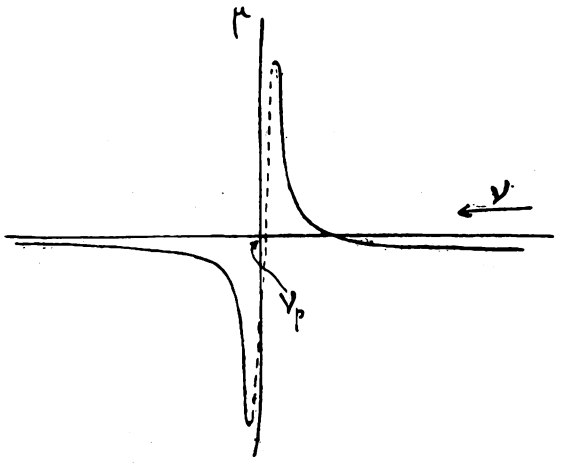


Fig. 342. — Dispersion anomale

cette substance : c'est alors « l'absorption qui règle la dispersion ». L'indice de réfraction (par exemple dans les vapeurs monoatomiques des métaux alcalins), présente une discontinuité chaque fois que λ franchit une ligne d'absorption (fig. 3). D'après la formule (1), l'indice devrait même passer de $-\infty$ à $+\infty$ pour $\nu = \nu_p$. Le même phénomène se produit dans le domaine des rayons X, lorsque la longueur d'onde irradiante atteint et dépasse la longueur d'onde de l'une des discontinuités d'absorption du corps éclairé.

Siegbahn et ses collaborateurs ont mesuré, pour le premier ordre de réflexion et pour diverses valeurs de λ, le rapport

$$\frac{\sin\theta_{(\text{calcite})}}{\sin\theta_{(\text{gypse})}}$$

des sinus des angles de réflexion sélective d'une même longueur d'onde dans des cristaux de calcite et de gypse. Ce rapport [qui peut aisément se calculer à partir de (4)] au lieu d'être constant, se montre variable avec λ, en suivant une courbe qui présente des discontinuités quand on traverse les longueurs d'onde d'absorption du calcium et du soufre, constituants les plus lourds des deux cristaux expérimentés. Cela traduit le fait que, dans l'expression de Lorentz, on ne peut plus négliger les fréquences propres des corps traversés.

On peut étudier encore plus directement la dispersion anomale par des mesures (méthode de réflexion totale) des indices de réfraction de longueurs d'onde choisies dans le voisinage immédiat d'une discontinuité d'absorption de l'élément constituant le miroir expérimenté, ainsi que nous l'avons fait, M. de Broglie et moi (IV) pour la radiation Kα du cuivre réfléchie sur le cuivre. L'indice subit alors une perturbation, mais il semble bien que sa variation ne soit pas aussi considérable que ne le laisserait prévoir la formule (1) de Lorentz et qu'il y ait lieu de tenir compte, pour l'établissement d'une expression plus rigoureuse de l'existence, non pas d'un seul « oscillateur virtuel » de fréquence ν_p, au sens de la théorie classique, mais d'une série d'oscillateurs dont les fréquences forment une suite continue à partir de la bande d'absorption et du côté des petites longueurs d'onde. L'anomalité de dispersion des rayons X est autre que celle qui intervient en résonance optique : il semble que la théorie des quanta puisse, dans notre cas, donner une formule représentant avec plus d'exactitude que (1) les faits observés dans le voisinage des discontinuités d'absorption (Kramers et Heisenberg, Smekal). Peut-être faut-il voir là un aspect nouveau du processus d'interaction entre atome et radiation et un premier lien entre les conceptions classiques et quantiques (IV *bis*).

II. — *La polarisation des rayons X.*

Les premières recherches sur l'état de polarisation de la lumière Röntgen sont dues à Barkla (1905). La méthode consiste dans tous les cas, à diffuser le rayonnement dont on veut étudier la polarisation sur un bloc d'un élément léger (carbone ou paraffine) et à mesurer la répartition de l'énergie diffusée, en fonction de l'azimut, dans un plan normal au faisceau primaire, soit au moyen d'une chambre d'ionisation mobile, soit par enregistrement sur un film photographique. Les résultats de Barkla, étendus et confirmés par ceux de Haga, Herweg, Bassler, Vegard, ont indiqué que le rayonnement issu d'une anticathode est partiellement polarisé (10 à 20 o/o), la direction de vibration du vecteur électrique coïncidant, comme on pouvait le prévoir,

(1) Ces propriétés de réflexion aussi bien que de dispersion régulière des rayons X doivent permettre de former des *images réelles* : il y a peut-être là le principe d'un ultra-microscope utilisant les rayons X et dont le pouvoir de résolution serait 10.000 à 100.000 fois celui du meilleur microscope optique.

Digitized by Google

avec la direction du faisceau cathodique dans le tube. Barkla observa, par ailleurs, que tout pinceau de rayons X diffusés à 90° d'un faisceau primaire, était *complètement polarisé*, en accord avec la théorie classique de la diffusion de Thomson.

Les choses en restèrent-là jusqu'à ces derniers temps, faute de connaître un instrument capable de jouer, vis-à-vis des rayons X, le rôle d'un bon « analyseur » comme le font les appareils bien connus de l'optique. Mais il y a quelques mois, H. Mark et L. Szilard (V), se basant sur le fait que la diffusion des rayons X par les éléments légers se produit suivant les lois de l'électromagnétisme classique avec polarisation complète à 90° du faisceau primaire, eurent l'idée d'étudier l'état de polarisation de la lumière Röntgen, réfléchie sélectivement à 90° par la surface d'un cristal, suivant la loi de Bragg (formule 2 de la page 706) et la trouvèrent également *complètement polarisée* (1).

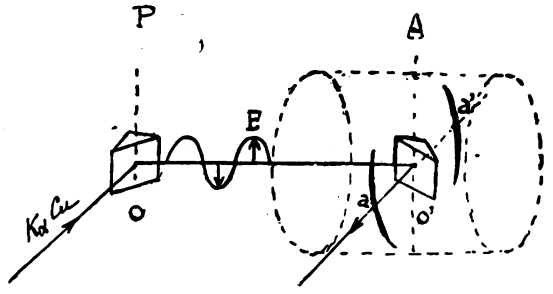


Fig. 343. — Polariseur (P) et Analyseur (A) de rayons X (H. Mark et Szilard).

Voici donc un « polariseur » très simple pour les rayons X. Le même dispositif fonctionne comme « analyseur » (analogie avec l'expérience fondamentale de polarisation de la lumière naturelle au moyen de miroirs) et, éclairé par la lumière Röntgen précédemment polarisée rectilignement par réflexion sur un autre cristal, ne montre aucune trace de réflexion, sinon lorsque la direction du faisceau réfléchie est normale à la direction de vibration E du faisceau incident polarisé (fig. 343). Un film enroulé coaxialement autour de OO' montre des fragments d'anneaux de Debye-Scherrer, suivant la direction aa' des maxima de réflexion, si l'on fait tourner l'analyseur P autour du faisceau incident OO'.

Cette découverte est appelée à marquer le début d'une série de recherches sur la polarisations des rayons X. Mark et Szilard l'ont utilisé pour l'étude de la polarisation de la lumière de fluorescence excitée dans un élément sous l'action des rayons X (ils ont trouvé que le rayonnement de fluorescence n'est *pas polarisé*), ainsi que pour l'étude de l'influence de l'angle de polarisation sur le rapport des intensités des deux composantes de l'effet Compton.

III. — *La diffraction des rayons X par les réseaux sur verre.*

Jusqu'alors, la spectrographie des rayons X avait pour unique base l'utilisation, comme réseaux, des édifices cristallins. On suppose que dans les cristaux, les atomes sont régulièrement répartis sur des « plans réticulaires », dont on *calculait* la distance d — la constante du réseau — au moyen de certaines hypothèses dues à Bragg (1).

Ce calcul comporte une part d'incertitude provenant principalement des variations de densité d'un échantillon à un autre. Ainsi, toutes les données relatives aux raies des spectres X émis par les éléments reposaient sur des hypothèses échappant à une confirmation directe. Il était désirable d'obtenir une *mesure absolue* des longueurs d'onde, justifiant les valeurs admises et qui, à vrai dire, faisaient peu de doute.

La diffraction par des réseaux ordinaires, faits de main d'homme, et permettant la comparaison directe des longueurs d'onde de rayons X au mètre étalon, présente, dans les conditions normales d'emploi des réseaux, une difficulté insurmontable, semble-t-il : l'insuffisance du nombre de traits réalisables par centimètre et par suite, le pouvoir dispersif trop restreint. Une nouvelle technique de l'emploi des réseaux (VI) a permis d'éviter cet écueil : si un réseau est éclairé sous un angle θ très rasant, la formule classique des réseaux devient :

$$(6) \qquad n\lambda = \frac{d}{2}\Delta\alpha \qquad \text{(pour les notations voir fig. 344.)}$$

Pour des incidences θ de l'ordre de 10^{-3}, tout se passe comme si, par éclairage tangent, le pouvoir dispersif d'un réseau de constante d avait augmenté et il est alors possible de diffracter les rayons X eux-mêmes sous des angles appréciables avec un réseau à 50 traits par millimètre.

C'est A.-H. Compton, à qui l'on doit la dé-

(1) Il convient, bien entendu, pour obtenir la réflexion à 90° d'une longueur d'onde λ, suivant la loi de Bragg, de choisir convenablement l'interstice d du cristal (on a alors $d = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}$). Pour la radiation Kα du cuivre, par exemple, on choisira les plans 422 du NaCl comme plans réflecteurs.

(1) Dans le cas simple d'un cristal cubique de sel gemme, cette « distance réticulaire » est donnée par

$$d = \sqrt[3]{\frac{Mm_0}{2\rho}}$$

M = masse moléculaire de NaCl par rapport à l'hydrogène,
m_0 = masse absolue de l'atome d'hydrogène
ρ = densité du cristal.

On trouve ainsi pour NaCl = d = 2,814 Å et, pour la calcite, d = 3,0283 Å.

Digitized by Google

couverte du remarquable effet de diffusion quantique du rayonnement, en collaboration avec Doan, qui le premier tenta la diffraction des rayons X par un réseau : ils utilisaient un tube Coolidge, refroidi par circulation d'eau, à anticathode de molybdène et un réseau en métal de 50 traits par millimètre. Avec des poses d'une durée de neuf heures, ils obtenaient par enregistrement photographique et à côté de la tache de réflexion totale du faisceau une tache de diffraction. Mais ils ne purent séparer les différentes lignes du rayonnement du tube en un spectre. Aussi furent-ils dans l'obligation (afin

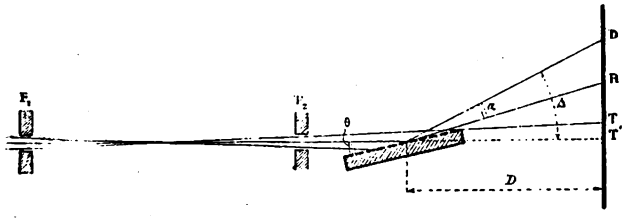


Fig. 344

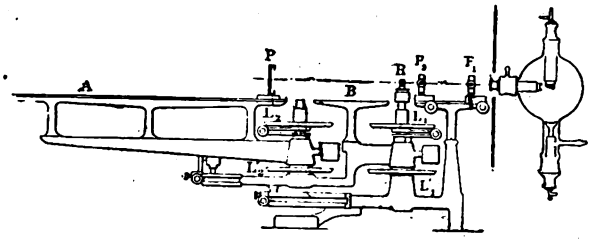


Fig. 345

d'attribuer une longueur d'onde définie à la tache de diffraction) de rendre le rayonnement monochromatique avant de le faire tomber sur le réseau par une réflexion préalable sur un cristal de calcite qui isolait sélectivement la radiation Kα du molybdène.

J'ai cherché, de mon côté, à obtenir par réflexion sur un réseau un spectre complet, avec des raies nettement séparées et fines, susceptibles de mesures précises.

J'utilisais un tube relativement puissant, démontable, à électrodes refroidies par circulation d'eau, qui fonctionnait au régime continu de 14 m A sous 10 à 12 cm. d'étincelle.

J'ai été fort utilement servi pour les réglages par un excellent appareil représenté sur la figure 6. C'est un long banc d'optique rompu et articulé en deux endroits de sorte qu'il peut constituer trois alignements droits faisant des angles mesurables (verniers L'L'). Deux plates-formes goniométriques peuvent être fixées aux points d'articulation. L'une d'elles portait le réseau R. Deux fentes collimatrices F_1 F_2 à multiples réglages se déplacent sur le banc : ordinairement distantes de 18 cm., elles étaient réglées à des ouvertures de 0,06 à 0,1 mm.

Les réseaux utilisés étaient des réseaux sur verre, l'un de 50 traits au mm., qui a très bien fonctionné, l'autre de 200 traits, ce dernier d'ailleurs assez étroit (4 mm.) afin de diminuer, dans les mesures, l'incertitude sur l'origine des faisceaux diffractés.

J'ai employé avec succès les radiations K du cuivre ($K\alpha = 1{,}538$ Å) et du fer ($K = 1{,}934$ Å). La distance réseau-plaque variait de 40 à 130 cm. Les durées de pose sont ordinairement de dix minutes et, pour les plus longues, ne dépassent pas une heure.

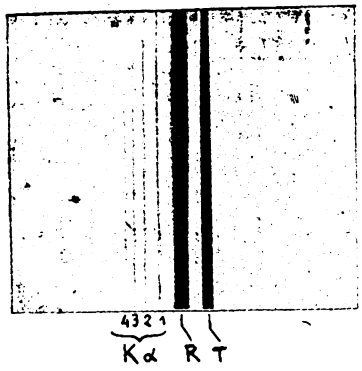


Fig. 346. — Spectre K du Fer obtenu avec un réseau (J. Thibaud. on remarque les ordres successifs de la raie K α, visibles jusqu'au quatrième.

Les figures 346 et 347 montrent quelques-uns des résultats. Une « tache centrale » T est la

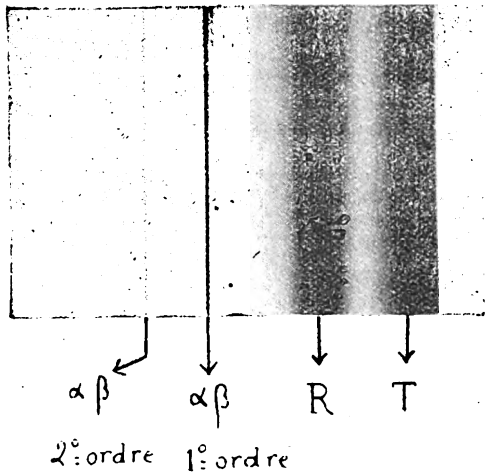


Fig. 347 — Spectre de rayons X (série K du cuivre) obtenu avec un réseau sur verre à 200 traits (Jean Thibaud).

trace de la partie du faisceau primaire passée le long du réseau (voir fig. 343), R est la tache de réflexion totale, la distance RT mesurant le double de l'angle d'incidence θ. Au-delà de la tache

Digitized by Google

de réflexion R s'observe un spectre de diffraction dont toutes les raies (α et β de la série K du *Cu* ou du *Fe*), nettement séparées sont d'une *remarquable finesse* sur les clichés originaux. Les ordres successifs du spectre sont visibles jusqu'au quatrième, même avec une pose de 10 minutes. L'ensemble du spectre disparaît d'ailleurs en même temps que la tache de réflexion totale lorsque l'incidence θ vient à dépasser l'angle limite θ_m de réflexion totale. On vérifie très exactement la variation de l'angle de diffraction α, en fonction de θ ou de λ, telle qu'elle est prévue par la relation (6).

Il est donc établi la possibilité d'obtenir, *avec des poses courtes, un spectre de diffraction de rayons X d'une grande pureté par l'emploi d'un réseau sur verre sous incidence tangentielle.*

Ces mêmes clichés fournissent une valeur absolue de la longueur d'onde. Pour la raie Kα du cuivre on mesure ainsi $\Delta\alpha = 61{,}6 \times 10^{-6}$, d'où ($d = 5 \times 10^{-4}$ cm.) $\lambda = 1{,}540$ Å à 1 o/o près. La diffraction cristalline donnait pour longueur d'onde de la même raie $\lambda = 1{,}538$ Å.

Cette remarquable concordance de deux déterminations complètement indépendantes d'une même longueur d'onde apporte une confirmation décisive aux hypothèses de Bragg sur la structure des cristaux ainsi qu'à la valeur adoptée pour le *nombre d'Avogadro* (qui intervient dans le calcul de m_0.

D'autre part, l'existence de ce phénomène de diffraction confirme la nature électromagnétique des radiations Röntgen : un même réseau, selon son mode d'emploi, peut diffracter les rayons X aussi bien que les radiations lumineuses ordinaires.

Il m'a paru intéressant d'appliquer la même technique aux régions spectrales où les dispositifs spectrographiques font défaut, telles que le domaine intermédiaire entre les rayons X de grandes longueurs d'onde et l'extrême ultra-violet (région comprise entre 20 et 200 Å). Millikan et ses collaborateurs étaient parvenus, en utilisant des réseaux spécialement étudiés, à grand nombre de traits, à s'avancer dans l'étude de l'ultra-violet jusqu'à 140 A. Or un réseau à 200 traits, utilisé sous incidence rasante comme dans le cas de la diffraction des rayons X, serait *plus dispersif*, dans ce domaine spectral, que les appareils de Millikan. Sur ces données j'ai construit un spectrographe à vide, représenté sur la figure 348, constitué essentiellement par une chambre à étincelles condensées, deux fentes réglables et un support à vis calantes pour le réseau tangent. Malgré son faible encombrement, cet appareil a un pouvoir dispersif considérable (qui pourra être accru par la suite) : avec une étincelle entre électrodes de cuivre, non seulement, toutes les raies signalées par Millikan de 800 à 200 A ont été retrouvées, mais encore de nouvelles furent découvertes en dessous de cette dernière limite, correspondant à une émission de rayons X de grande longueur d'onde (série M du cuivre). J'ajoute que le spectre est suffisamment lumineux pour être photographié sur des plaques ordinaires, sensibilisées aux radiations ultra-violettes, par une mince couche d'huile (1).

Le spectrographe ainsi réalisé enregistre, sur un même cliché, toutes les manifestations spectrales d'un atome, depuis le domaine visible jusqu'à la région de Röntgen.

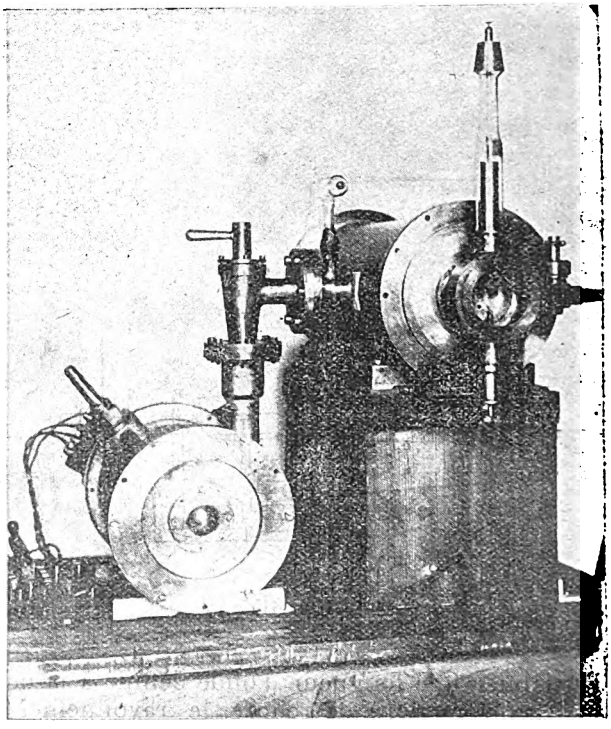


Fig. 348. — Le spectrographe à vide de l'auteur, pour l'étude de l'ultra-violet de Millikan et des rayons X de grande longueur d'onde. (A gauche la pompe moléculaire, à droite le spectroraphe portant à une extrémité la chambre à étincelles).

Un nouveau chapitre de l'optique physique est ainsi ouvert pour les radiations de très haute fréquence : il s'enrichira bientôt de faits nouveaux.

Ce sera la polarisation rotatoire en lumière Röntgen, puisque un tel phésomène, réglé lui aussi par la présence de discontinuités d'absorption, peut donner lieu à une dispersion rotatoire anomale décelable dans leur voisinage. On doit pouvoir choisir une substance « active » pour les rayons X dont on placerait une lame épaisse entre le polariseur et l'analyseur décrits plus

(1) On sait que jusqu'ici l'exploration de l'ultra-violet avancé nécessitait l'emploi de plaques dépourvues de gélatine, dûes à Schumann, d'un emploi assez délicat et coûteux.

Digitized by Google

haut. La double réfraction des rayons X dans certains cristaux n'est peut-être pas non plus un phénomène impossible à mettre en évidence.

JEAN THIBAUD,
Docteur ès-sciences.
Ingénieur E. S. E.

Bibliographie

I. HJALMAR. *Zeits. f. Physik.*, 1923, 15, p. 63.
II. COMPTON A.-H. *Phil. Mag.*, 1923, 270, p. 1121.
III. SIEGBAHN et LARSSON. *Journal de Phys. et Radium*, juillet 1925.
IV. M. DE BROGLIE et JEAN THIBAUD. *Comptes Rendus*, tome CLXXXI (1925), p. 1034.
V. KALLMANN et MARK. *Die Naturwissenschaften Heft*, 27. W. EHRENBERG et MARK. *Zeits. f. Physik.*, 1926-38, p. 129. H. MARK et SZILARD. *Zeits. f. Physik.*, 1925-33, p. 688.
VI. H. MARK et SZILARD. *Zeitsch. f. Phys.*, t. XXXV, 1926, p. 743.
VII. JEAN THIBAUD. *Revue d'Optique*, 5 (1926, p. 97; *Comptes Rendus*, tome CLXXXII, p. 55 (1926).
VIII. JEAN THIBAUD. *Comptes Rendus*, tome CLXXXII (1926), p. 1141.

LES OISEAUX DE MER

Il n'est pas dans mon intention d'entreprendre une monographie des Oiseaux de mer, dont la dispersion s'étend sur tous les Océans, sur toutes les mers, aussi bien glaciales, que tempérées et tropicales.

Je me contenterai de passer très rapidement sur tout une série d'oiseaux dont l'histoire et la vie sont liées plus ou moins superficiellement aux choses de la mer, oiseaux temporaires de rivages qu'on ne peut cependant passer sous silence.

Je m'étendrai davantage sur les véritables habitants des océans, c'est-à-dire ceux qui nichent dans leur voisinage, vivent de leur milieu, se nourrissent de leurs produits.

Dans la classification ornithologique, seuls les ECHASSIERS et surtout les PALMIPÈDES nous intéressent.

I. — LES ECHASSIERS.

Parmi les Echassiers dont la vie est plus ou moins liée au milieu marin, il y a lieu de noter chez les PRESSIROSTRES :

La *Glaréole pratincole* ou poule des sables, et le *Gravelot nain* (*Aegialites minor*) appelé encore pluvier de rivage ou alouette de mer, surtout localisés dans les contrées méridionales de l'Europe, l'Asie et l'Afrique.

L'*Huitrier-pie* (*Hæmatopus ostralegus*), nichant en été jusqu'aux Faeroë, l'Islande, les rivages de la Baltique, et descendent l'hiver sur les côtes méditerranéennes et l'ouest de l'Afrique.

Le *Tourne-pierre interprète* (*Trepsilas interpres*) dont le nom provient de ce qu'il a l'habitude, à marée basse, de faire rouler avec le bec les petits galets, pour capturer les bestioles qu'ils abritent. A l'époque des migrations, il est plus ou moins cosmopolite, nichant même dans les régions arctiques.

Parmi les LONGIROSTRES, les *Courlis* dont le plus connu dans nos régions, est le *Courlis cendré* ou *grand courlis* (*Numenius arquata*).

Les « Coureurs de rivage » comme le *Bécasseau Sanderling* (*Tringa arearia*) qui habite le nord des deux continents, le *Bécasseau minule* (*T. minuta*), le plus petit, répandu au Groënland, au nord de l'Europe et de l'Asie, étendant ses migrations jusque dans l'Afrique australe.

Le *Combattant ordinaire* (*Machetes pugnax*) qui se reproduit dans les régions septentrionales ; le *Chevalier Gambette* (*Totanus calidris*), nichant dans les régions tempérées de l'Europe.

Les *Phalaropidés* appartiennent aux régions boréales. Ce sont d'excellents nageurs, ayant plutôt les caractères des oiseaux pélagiques.

— Le *Lopibède hyperboré* (*Lobipes hyperboreus*) ou *poule d'Odin* des Irlandais, le *phalarope dentelé* (*Phalaropus fulicarius*) habitant principalement les régions arctiques.

Le *Récurvirostre avocette*, sédentaire dans le midi de la France, se tient surtout dans les endroits vaseux ou il cherche sa nourriture à marée basse.

L'*Echasse blanche* (*Himantopus candidus*), oiseau aussi bien de marais que de littoral, est localisée dans l'Europe méridionale, l'Afrique et l'Asie.

Si nous passons en revue le sous-ordre des MACRODACTYLES, il y a lieu de signaler les *Chionidés* représentés par le *Chionis alba* ou bec en fourreau, de la taille du pigeon, localisé dans la région antarctique sud-américaine.

Chez les *Eurypigidés*, le *Héron Soleil* (*Eurypyga Helias*), bel oiseau répandu dans l'Amérique du Sud et fréquentant les rivages de la mer.

Parmi les CULTRIROSTRES dont aucun représentant n'est un véritable oiseau de mer, on peut signaler néanmoins quelques espèces de *hérons*, la *spatule blanche* (*Platalea Leucorodia*) l'*ibis rouge de Cayenne* (*Endocinus ruber*) qui se tient à l'embouchure des fleuves sur le bord de la mer dans l'Amérique tropicale ; enfin, le *Flammant rose* (*Phenicopterus roseus*) surtout abondant à l'embouchure des fleuves qui se jettent dans la Caspienne et la mer Noire.

Digitized by Google

II. — Les Palmipèdes.

Dans cet ordre, nous trouvons encore certains oiseaux dont la vie maritime n'est que passagère.

Ils sont, pour la plupart, localisés dans le sous-ordre des Lamellirostres.

L'on peut mentionner notamment parmi les cygnes, le *Cygne chanteur* (*Cygnus ferus*) habitant les régions arctiques et émigrant l'hiver jusqu'au nord de l'Afrique; l'*Oie cendrée* (*Anser cinereus*) des contrées orientales de l'Europe ; l'*Oie naine* (*Anser erythropus*) des régions arctiques et émigrant vers l'Europe méridionale ; la *Bernacle à collier* de l'Amérique du

Fig. 349 — *Megalestris antarctica* sur son nid.

Nord ; la *Bernacle nonnette* (*Bernicla leucopsis*) qui se reproduit dans la zone arctique et émigre vers la Baltique et la mer du Nord ; le *cheu hyperboré* ou *oie des neiges* ; la *Tadorne vulgaire* (*Tadorna Belonii*), commune dans le nord et l'ouest de l'Europe ; la *Harelde glaciale* (*Harelda glacialis*).

Dans la famille des *Fuligulidés* comprenant les canards plongeurs d'allure lourde, l'*Eider vulgaire* (*Somateria mollissima*) dont le nid, construit près du rivage, est fait d'algues et d'herbes variées qu'il recouvre en dedans de duvet. C'est ce duvet qui est exploité : le pillage de 24 nids est nécessaire pour se procurer 1 kilog de duvet. En Norvège, en Islande, aux Faeroë, les *Eiders* sont protégés par des lois spéciales très sévères.

A la même famille appartiennent les *Macreuses* qui sont des plongeurs remarquables. Ces oiseaux habitent les régions arctiques et descendent en hiver jusqu'à nos côtes de l'Atlantique.

Les Totipalmes sont d'assez bons voiliers. Deux genres nous intéressent : les *Pélicans* et les *Cormorans*.

Les *Pélicans* sont des oiseaux d'un naturel paisible qui vivent le plus souvent en troupes nombreuses sur les rivages de la mer, à l'embouchure des fleuves, le long de leurs rives ou encore sur les lacs. Les espèces sont réparties vers l'Europe Orientale, l'Afrique, la Chine, les Indes, les Antilles, le Pérou, l'Australie, etc.

Nordmann a fort bien décrit la façon de pêcher des pélicans : « Après avoir choisi un endroit convenable, une baie où l'eau soit basse et le fond lisse, ils se placent tout autour en formant un grand croissant ou fer à cheval ; la distance d'un oiseau à l'autre semble être mesurée : elle équivaut à son envergure. En battant fréquemment la surface de l'eau avec leurs ailes déployées et en plongeant de temps en temps avec la moitié du corps, le cou tendu en avant, les pélicans s'approchent lentement du rivage, jusqu'à ce que les poissons réunis de la sorte, se trouvent réduits à un espace étroit : alors commence le repas commun ».

Les cormorans sont représentés par de nombreuses espèces réparties sur toutes les contrées du globe. Leur plumage dorsal est en général noir à reflets verts ou mordorés, ou brun noirâtre. Assez bons voiliers, ils sont avant tout

Fig. 350. — Coin de rookerie de *Pygoscelis Adelise*.

plongeurs et nageurs remarquables. Ils se nourrissent principalement de poissons. Dans nos régions nous rencontrons surtout le *Cormoran commun* (*Phalacrocorax carbo*) et le *Cormoran huppé* (*P. cristatus*).

III. — Les différents lieux de reproduction.

Avant de passer en revue la véritable faune ornithologique marine, c'est-à-dire les oiseaux pour lesquels la présence de la mer est une nécessité vitale, voyons rapidement quels sont les lieux préférés de tout ce monde ailé, pendant la période de reproduction.

Beaucoup recherchent les zones inaccessibles

Digitized by Google

à l'homme, les falaises escarpées, profitant des moindres dénivellations, des moindres anfractuosités, des poches produites par la désagrégation des roches le long des parois abruptes.

D'autres préfèrent des pentes plus douces. Les nids sont alors sur les rochers ou dans leurs interstices, dans les cuvettes, parfois même dans des espaces restés libres sous les pierres.

D'autres encore élisent domicile sur des par-

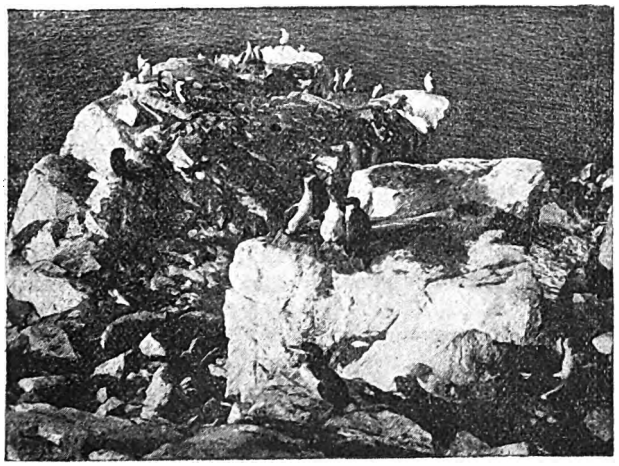


Fig. 351. — Cormorans jeunes et adultes.

ties du sol difficiles d'accès où la végétation est plus ou moins abondante.

Les nids peuvent être construits de débris d'herbes, de mousses, de lichens ou bien d'algues parfois agglutinées à l'aide des boues et des vases de la côte.

Il en est qui sont formés de branchages ; d'autres, plus moelleux, tapissés de plumes ; certains, uniquement formés d'amas de coquilles de mollusques, de moules, de patelles, ou bien encore de petits cailloux.

Pour la même espèce, la confection du nid est souvent très variée et très variable, suivant les endroits habités et la plus ou moins grande fréquence des matériaux pouvant être utilisés.

Certains oiseaux recherchent de vastes plateformes, des îlots bas, inhabités. Ils s'en emparent, en deviennent propriétaires. Les importants dépôts de Guano témoignent des nombreuses générations qui se succèdent au même endroit. Il n'y a pas la moindre végétation, mais un sol nu sur lequel les œufs sont déposés, sans préparation spéciale.

Il y en a qui creusent une simple dépression dans le sol, tandis que d'autres (les *Impennés* en fournissent des exemples remarquables) recherchent les cailloux qu'ils entassent.

Des espèces désirent la solitude, l'isolement : ce sont, en général, des mauvais coucheurs, des animaux qui font la guerre à tous ceux, collègues ou espèces différentes, qui se hasardent dans leur voisinage.

D'autres, moins intransigeants, se groupent, tout en conservant une zone de terrain réservé suffisante pour s'épier, se surveiller.

Beaucoup, au contraire, sont sociables, se rassemblent par troupes plus ou moins nombreuses, vivent en sociétés, en colonies organisées dont l'importance peut être considérable.

C'est le cas pour certains albatros, et surtout pour la majorité des *Impennés*. Nous verrons que, chez les manchots et les pingouins, ces colonies, ces rookeries comme on les appelle, se composent parfois de centaines de milliers d'individus.

IV. — Les Palmipèdes grands voiliers.

Les Longipennes sont, par excellence, les grands voiliers. Ils paraissent voler sans effort, planant souvent et longtemps sans donner le moindre battement d'ailes, profitant des couches d'air, des courants ascendants qui leur permettent se rester immobiles pendant de longs moments.

La famille des *Diomédéidés* comprend des espèces propres aux mers australes et à l'océan Pacifique. Rares sont les individus qui s'égarent dans l'hémisphère nord.

Parmi les *Diomedea*, le *Diomadea exulans*, le

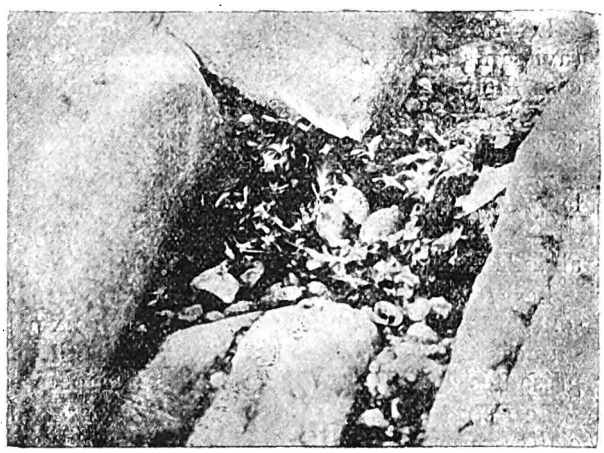


Fig. 352. — Nid de Goëland (*Larus dominicanus*).

roi des mers du Sud, dont l'envergure peut dépasser trois mètres, niche en novembre et décembre principalement dans la région de Kerguélen et de la Géorgie du Sud.

En Océanie, dans l'île Laysan, qui fait partie de l'archipel des Hawaï, ses œufs sont activement recherchés et consommés par les habitants.

L'*Albatros fuligineux* (*Phœbetria fuliginosa*) se reproduit aux Kerguelen.

Digitized by Google

Les *Laridés* sont représentés par de multiples espèces, réparties sur toutes les mers du globe, dont les goëlands et les mouettes sont les plus caractéristiques. Nichant dans les rochers, les anfractuosités des falaises, ils s'éloignent rarement du voisinage des côtes : crustacés, mollusques, poissons sont à la base de leur nourriture. Leurs mœurs sont identiques et le nom de « Corbeaux de mer » qui leur est fréquemment donné en dit assez sur leur genre de vie : voraces, jamais repus, ce sont les nettoyeurs des bords de l'océan.

Sur nos côtes françaises, nous trouvons notamment le *Goëland rieur* (*Larus ridibundus*) et le *Goëland argenté*. Le *Goëland tridactyle* est abondant dans des régions arctiques, tandis qu'on trouve le *Larus dominicanus* sur le pourtour des régions polaires australes.

Les *Lestridés* ou mouettes pillardes, voisines des *Laridés*, localisées aux régions froides, sont caractérisées par une vie de véritables carnassiers, de pirates, toujours prêts à faire le mal, non seulement aux autres espèces d'oiseaux, mais à eux-mêmes, se livrant de violents combats, qui se terminent souvent par la mort de l'un des adversaires.

Dans les régions boréales on peut signaler le *Stercoraire parasite* et dans la zone froide australe le genre *Megalestris*. Ces derniers sont particulièrement friands des œufs de pingouins et cette préférence les guide dans le choix de l'emplacement de leurs nids.

Les *Sternidés* ou Hirondelles de mer sont de ravissants oiseaux aux formes gracieuses, élancées. Leurs ailes sont très longues, étroites, — leur queue fourchue. Ils ont un vol très rapide, élégant, capricieux.

— Aussi nombreux en espèces que les *Laridés*, leur dispersion est analogue.

— Le *Sterne hirondelle* (*Sterna hirundo*) est abondant sur nos côtes.

Les *Procellariidés* ou Oiseaux des tempêtes sont, comme les *Diomodéidés*, des animaux pélagiques. Ce sont des voiliers remarquables représentés par de nombreux genres et espèces.

Le *Pétrel glacial* ou Fulmar (*Procellaria glacialis*) apparaît accidentellement près de nos rivages. Le *Damier du Cap* (*Daption capensis*) vit dans les îles circum-antarctiques et l'Amérique du Sud ; le *Pétrel des neiges* (*Pagodroma nivea*) est localisé dans les régions froides australes.

Les *Prions* se rencontrent au large des côtes du Brésil et vers les mers du Sud.

Les *Ossifrages* ou pétrels géants (*Ossifraga gigantea*) ayant plus de deux mètres d'envergure, appartiennent aux mers de l'hémisphère austral.

Les *Puffins* se trouvent dans l'hémisphère nord. Le *Puffin cendré* habite surtout les régions de l'Islande et des Faeroë, le *Puffin majeur* est très commun en Islande et à Terre-Neuve ; le *Puffin obscur* se trouve dans le golfe du Mexique et sur les côtes de Floride.

Parmi les *Thalassidromidés*, procellariens de petite taille, dont les ailes ressemblent à celles des hirondelles, on peut citer, l'*Oceanites Oceanicus* qui a une zone de dispersion très étendue et niche jusque dans l'antarctique, le *Thalassidrome tempête* (*Hydrobates pelagica*), répandu sur toutes les mers d'Europe.

Enfin, les *Frégatidés* sont encore de grands voiliers, aux formes élancées, au vol rapide, ayant les ailes très longues et en pointe, la queue allongée fourchue.

Parmi eux, la *Frégate marine* ou aigle de mer (*Fregata aquila*) vit dans les régions tropicales et interpropicales. C'est un planeur remarquable qui se nourrit de poissons et notamment d'exocets. Il se maintient dans le voisinage des côtes et niche en nombreuses colonies.

Le *Phaëton éthéré* ou oiseau des tropiques (*Phaëton aethereus*) dont la queue est prolongée par deux rectrices médianes, se reproduit en août et septembre en Australie, en mars et avril aux Bermudes et aux îles Bahama.

Les *Fous*, dont les principales espèces se tiennent dans l'hémisphère nord, se nourrissent exclusivement de poissons. Ils ne fréquentent les rivages que pour nicher ou passer la nuit. Le *Fou de Bassan* (*Sula Bassana*) surtout localisé dans le Nord-Ouest de l'Europe ; le *Fou blanc* (*Sula alba*) des mers septentrionales ; le *Sula leucogaster* qui vit dans les régions intertropicales ; en mai 1913, j'ai rencontré plusieurs milliers de ces individus nichant aux îlots Seccos, rochers inhabités situés dans l'archipel du Cap Vert.

V. — Les Palmipèdes Impennés.

Il reste à examiner le dernier groupe des Palmipèdes, les Impennés ou plongeurs, localisés dans les régions froides des deux hémisphères, caractérisés par la grande réduction des ailes et par la disposition des jambes, insérées très en arrière sur le tronc : ce sont de mauvais voiliers, de mauvais marcheurs, qui excellent à nager, à plonger et qui ne viennent à terre que pour se reproduire ou se reposer.

Parmi les *Plongeurs* ou *Colymbidés*, trois espèces des zones arctiques, se rencontrent plus ou moins fréquemment sur nos côtes. Le *Plongeon Cat-Marin* (*Colymbus septentrionalis*), le *Plongeon imbrin* et le *Plongeon lumine*.

Chez les *Uriidés*, les *Guillemots* sont des oiseaux sociables vivant en énormes colonies sur les rochers ; on les rencontre, principalement en hiver, sur les côtes des régions tempérées. Le *Guillemot à capuchon* (*Uria troille*), très

Digitized by Google

abondant dans les mers du Nord, établit parfois son nid sur les rochers escarpés : dans l'archipel des Faeroë, j'ai vu des falaises de plusieurs centaines de mètres de hauteur qui en étaient tapissées.

Le *Guillemot grylle* ou colombe de mer, plus petit, est moins sociable.

Au Groënland, aux Faeroë, les habitants chassent ces oiseaux pour se procurer les œufs et les jeunes qui sont salés et conservés pour

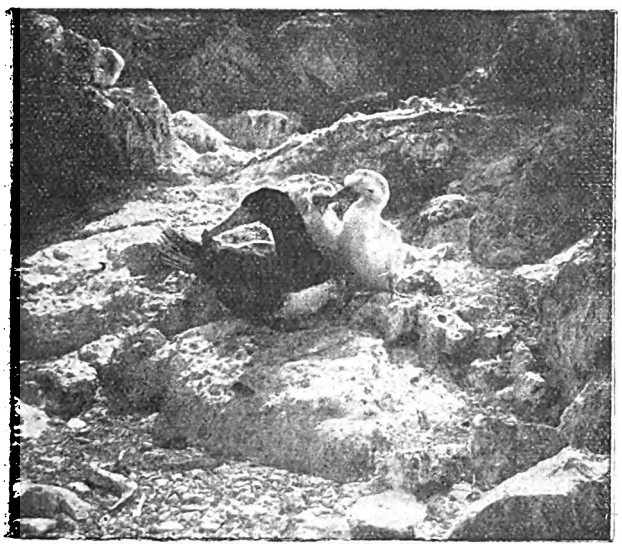


Fig. 353. — *Sula lencogaster* (poussins et adulte) aux îles du Cap Vert.

l'hiver : la capture n'est pas sans danger, les dénicheurs se faisant descendre attachés à des cordes, le long des falaises à pic.

Les *Mergules* ont les mœurs pareilles à celles des *Guillemots*. Le *Mergule nain* ou oiseau de glace (*Mergula alba*) indique souvent aux navigateurs, par sa présence, le voisinage des champs de glace. Il est très commun dans la région entre le Groënland et la Nouvelle-Zemble. A l'époque de la ponte, ces oiseaux se réunissent en bandes innombrables.

Parmi les *Alcidés*, le *Macareux arctique* (*Fratercula arctica*) est commun sur nos côtes de la Manche où il se reproduit en certains points de la Bretagne ; mais, c'est surtout un habitant de l'extrême nord.

Le *Macareux à croissant* (*F. corniculata*) se trouve dans le nord du Pacifique.

Le *petit Pingouin* (*Alca torda*) habite les mers glaciales et se rencontre sur les côtes de la Manche principalement en hiver.

Le *Pingouin brachyptère* ou *grand pingouin* (*alca impennis*) est une espèce disparue qui habitait toute la région glaciale boréale.

Le groupe des Impennés vivant dans les régions australes, forme la famille des *Aptenodytidés* : ils sont surtout connus sous le nom de Manchots ou de Pingouins des régions polaires australes. Certaines espèces forment, dans la zone antarctique, à l'époque de la reproduction, d'immenses rookeries, composées parfois de centaines de milliers d'individus, étalées sur de vastes espaces. Les ailes de ces oiseaux, impropres au vol, sont de simples lames en forme de nageoires, revêtues de petites plumes en forme d'écailles. Leur plumage est très riche en duvet, sorte de fourrure épaisse qui, jointe à l'importance prise par la graisse sous-cutanée, leur permet de résister aux grands froids.

Les espèces les plus carctéristiques sont : le *Manchot de Patagonie* ou *Pingouin Royal* (*Aptenodytes Patagonica*) qui atteint un mètre. Le bec est long, mince, recourbé ; la région dorsale est ardoisée, la ventrale blanche ; derrière l'œil, une tache jaune qui se prolonge sous la gorge. Il habite l'extrême-sud de l'Amérique, les Falkland, la Géorgie du Sud.

Le *Pingouin Empereur* (*Aptenodytes Forsteri*) atteint près de 1 m. 20 et pèse jusqu'à 43 kilos. Ressemblant au précédent, les parties antérieures du corps sont d'un jaune citron pâle, le dessus de la tête d'un noir de jais. Il est localisé dans les régions glacées où on le rencontre, par petites troupes, sur la banquise.

Le *Pingouin du Cap* (*Spheniscus demersus*), ne dépasse pas 50 centimètres. Les Gorfous (*catarrhactes*) ont le bec aplati, des touffes de

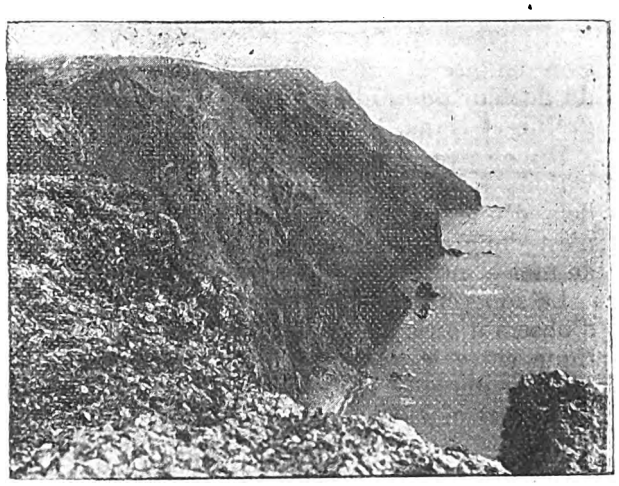


Fig. 354. — Falaises des îles désertes hautes de 450 mètres qui donnent asile à de nombreux oiseaux de mer.

plumes plus longues au dessus des yeux, formant une sorte de huppe d'un beau jaune d'or. Leurs espèces sont localisées dans la partie australe de l'Océan Indien, à la Géorgie du Sud, à Kerguelen, aux Shetlands du Sud.

Le *Pingouin Papou* (*Pygoceslis papua*), facilement reconnaissable à la tache triangulaire blanche qu'il porte au-dessus de chaque œil.

Le *Pygoscelis antarctica* a la gorge blanche

Digitized by Google

traversée d'une jugulaire noire. Légèrement plus petit (environ 55 à 60 centimètres), c'est un animal bruyant et batailleur qui vit, au moment de la reproduction, en énormes rookeries réparties, comme celles du *Papou*, dans l'antarctide sud-américaine.

Enfin, le *Pygoscelis Adeliæ* est le principal habitant de toute la lisière du continent antarctique. Il reste localisé dans la région glacée.

Toujours assez lourdauds d'allure sur terre, les Adélies, comme d'ailleurs les autres espèces, ont dans la mer, où ils prennent leur nourriture, une agilité et aussi une sûreté de mouvements extraordinaires.

VI. — La fréquence des Oiseaux de mer dans l'Atlantique Nord.

Après avoir très rapidement examiné l'ensemble des oiseaux de mer (pris dans le sens le plus large) et passé en revue, dans ses grandes lignes, la répartition des familles et des espèces les plus caractéristiques, — il n'est pas sans intérêt de rechercher quelle peut être la fréquence des oiseaux en plein océan, loin des côtes, en prenant comme exemple l'Atlantique-Nord.

Ce qui suit est le résumé d'une étude fort intéressante du docteur P. Jespersen, savant danois qui a utilisé, avec ses notes personnelles, les observations ornithologiques exécutées durant les années 1913, 1920-21 et 22 par la mission danoise d'études marines, sous la direction du docteur Schmidt, à bord des bâtiments Margrethe et Dana.

Les chiffres donnés se rapportent aux observations faites en plein océan, c'est-à-dire au-delà d'une zone côtière de 100 kilomètres. Il n'est donc question que des véritables oiseaux de mer et notamment des oiseaux pélagiques.

La zone étudiée, qui représente 462 journées d'observations, comprend l'ensemble de l'Alantique entre le 10° et le 50° de latitude nord ; au-delà du 50°, seule la partie est de l'Atlantique, jusqu'à l'archipel des Faeroë (60° de latitude nord), est à retenir.

Pour se faire une idée de la fréquence des oiseaux aperçus dans les diverses parties de l'Atlantique, le nombre moyen d'individus observés a été calculé par jour et pour une zone de 10° de longitude sur 10° de latitude. A chaque zone ainsi délimitée correspond un certain nombre de journées d'observations.

Les chiffres obtenus par le docteur Jespersen ont permis de constater que :

1° La moyenne augmente avec le rapprochement des côtes ;

2° La fréquence est en décroissance rapide avec l'éloignement des terres au nord du 50° ;

3° Entre le 40° et le 50°, il existe un pourcentage assez important au milieu de l'Océan (il faut en rechercher la cause dans la présence du Gulf Stream) ;

4° Il y a une forte diminution de la fréquence au sud du 40° ;

5° Dans la région dénommée « Mer des Sargasses » délimitée approximativement par les 20° et 40° de latitude Nord, 30° à 70° de longitude Ouest, à part les environs des Bermudes, la moyenne constatée est de 1 à 2 oiseaux aperçus dans une journée (presque toujours l'*Oiseau des tempêtes* et le *Phaëton américain*) ;

6° Au sud du 20°, la moyenne est très forte au voisinage des îles du Cap Vert (*Sterna fuscata* et *Sula leucogaster* dominent).

La grande différence entre le nombre d'oiseaux pélagiques au Nord et au Sud du 40° est très caractéristique. Toutes les journées sans oiseaux, sauf une, sont au Sud du 40° : il y en a 73, ce qui fait, comparé à l'ensemble des journées d'observation, un pourcentage de 1,3 pour le Nord du 40° et 28,1 pour le Sud.

On peut déduire de ces intéressantes observations que la présence des oiseaux dans les parages du Gulf-Stream est dix fois plus élevée que dans la Mer des Sargasses.

Quelles en sont les causes :

D'abord, l'énorme distance qui sépare les terres de la Mer des Sargasses ; mais ce fait ne paraît pas devoir être retenu, car la distance est aussi considérable entre le 40° et le 50°, et cependant la fréquence des oiseaux est beaucoup plus forte.

Je crois, avec le docteur Jespersen, qu'il faut en chercher la raison dans le manque de nourriture dans la Mer des Sargasses, qui doit tenir à la grande difficulté, pour les oiseaux, de capturer des animaux qui se cachent dans les paquets d'algues. L'examen de nombreux estomacs a permis de vérifier cette hypothèse : ils ne contenaient, en général, aucune trace de la faune caractéristique de la Mer des Sargasses, mais surtout des débris de poissons volants et des céphalopodes.

Une étude comparée de l'abondance du macroplancton dans les eaux du Gulf-Stream et celle de la Mer des Sargasses, a donné des résultats analogues. Le macroplancton est au moins dix fois plus considérable entre 40° et 50° Nord, que dans la Mer des Sargasses.

La conclusion à laquelle est arrivé le docteur P. Jespersen paraît donc la seule logique.

VII. — Répartition géographique des Oiseaux de mer de la région antarctique et sub-antarctique.

Tel est, très rapidement énuméré, l'ensemble des oiseaux de mer. Il y aurait encore beaucoup

Digitized by Google

à dire sur la répartition géographique de la faune ornithologique marine, mais ce sujet nous entraînerait trop loin. Nous terminerons cependant cette étude en donnant un aperçu de la répartition géographique pour l'une des régions que nous connaissons particulièrement et qui offre peut-être le plus d'homogénéité : la région australe.

La faune avienne antarctique, riche en individus, est pauvre en espèces. Sur les 32 espèces rencontrées au-dessous de 60° de latitude Sud, près de la moitié font surtout partie de la zone sub-antarctique, dont elles sont pour la plupart caractéristiques.

Mais ces deux régions, antarctique, sub-antarctique, ne peuvent être en réalité séparées l'une de l'autre.

Si nous examinions, par exemple, les *Pingouins* et les *Albatros*, ces deux types aviens si différents par leur organisation et leurs facultés locomotrices, nous constatons qu'ils ont la même patrie et les mêmes stations de reproduction, mais l'un de ces types, doué d'organes de vol très puissants, s'est étendu sur une portion plus considérable de la surface du globe, tandis que l'autre, conformé uniquement pour la nage, ne s'est répandu que dans la région qui semble avoir été le berceau commun de leurs races.

Si, dans l'Atlantique, les *Albatros* ne se sont avancés que très peu vers la zone torride, dans le Pacifique, au contraire, certaines espèces, par suite d'une réunion de circonstances favorables à leurs migrations, ont abordé les régions chaudes et peuplé les mers entre la Chine et la Californie.

De même, le type avien dont les *Stercorariidés* (*Megalestris*) sont les dérivés, appartenait originairement à la faune antarctique, et ses représentants auraient émigré vers le Nord en longeant la côte américaine de l'Océan Pacifique.

Au contraire, les *Laridés* (Goëlands et Sternes) ne présentent rien qui puisse caractériser la faune de cette partie du globe : les espèces ou races qui y vivent sont probablement des dérivés des Oiseaux du même genre qui abondent dans l'hémisphère Nord. Certaines espèces sont même plus ou moins cosmopolites.

La faune antarctique est très riche en *Procellariidés* et la plupart des espèces ou races propres à la région boréale s'y trouvent représentées approximativement, tandis que beaucoup d'espèces bien caractérisées qui ont pour patrie la zone australe, n'ont pas d'analogue sur d'autres parties du globe (*Thalassoeca antarctica, Pagodroma nivea, Priocella glacialoïdes*)...

Il est probable que le type avien, dont dérivent tous ces palmipèdes, est originaire des régions australes, et que c'est par l'émigration de cette partie du globe que certaines espèces sont arrivées dans nos mers.

Nous pouvons conclure en citant Milne-Edwards qui, dans ses remarquables travaux sur la faune des régions australes a fort bien décrit les caractères, la nature, étudié la dispersion et recherché les origines de cette faune avienne. « La région antarctique, écrit-il, possède une faune avienne spéciale, caractérisée par plusieurs types zoologiques fort remarquables et offrant, à peu de choses près, une composition similaire tout autour du globe. Mais,

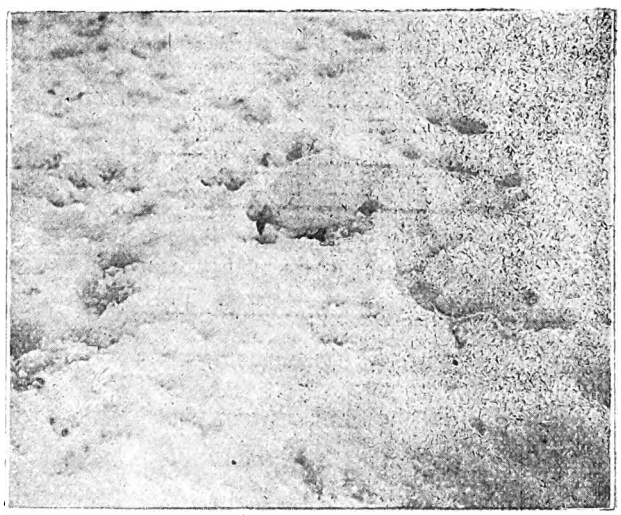


Fig. 355. — *Chionis alba.*

divers membres de cette faune s'étendent à des distances très variables sur certaines parties adjacentes, de manière à exercer une influence plus ou moins grande sur les caractères de la population ornithologique de ces dernières régions.

« Des mélanges en sens inverse ont eu lieu aussi, mais ils sont, en général, de minime importance, et leur nature varie avec les relations géographiques qui existent entre les différentes parties de la zone antarctique et les terres habitées par des faunes aviennes particulières, avec notamment l'Amérique du Sud, avec l'Afrique, avec l'Australie et avec la Nouvelle-Zélande ».

L. GAIN,
Docteur-ès-sciences.

Digitized by Google

IIIe SALON DE LA T. S. F.

Le Salon de la T. S. F. de 1926 a fourni une preuve indéniable de la prospérité et de la vigueur de l'industrie radiophonique française, tant par la multiplicité des stands que par le nombre et la diversité des appareils exposés. Bien qu'il soit presque impossible de se rendre compte sur place de la valeur de ces derniers, on est forcé de reconnaître que les constructeurs ont fait un gros effort et que cet effort n'a pas été vain. Il est déjà loin le temps où quelques rares privilégiés avaient l'audace de mener à bien la construction d'un poste récepteur. Pour qui sait combien est délicate la mise au point d'un bon appareil, surtout avec le développement rapide des émissions dans ces dernières années, il est agréable et réconfortant de constater que le nombre des sans-filistes compétents et avertis a singulièrement augmenté depuis les dernières expositions. Cette constatation faite, et avant de passer à la revue détaillée des appareils, nous indiquerons rapidement les nouvelles orientations de la construction radiophonique telles qu'elles se détachent du Salon.

Caractéristiques du Salon.

Le caractère le plus frappant du Salon a été l'impression de luxe et de fini des appareils exposés. On restait charmé devant les belles ébénisteries en acajou, ronce d'acajou verni, thuya, marqueterie fine, etc. Le poste de T. S. F. est devenu une pièce de l'ameublement moderne qui ne déparera pas l'intérieur le plus luxueux. Toutes les pièces disparates sont soigneusement cachées pour ne pas nuire au cachet artistique de l'ensemble. Les photographies ci-jointes donneront une faible idée de cette riche impression.

Un gros effort a été aussi tenté en vue de réaliser la commande unique ; plusieurs constructeurs ont voulu créer des postes pouvant être mis entre les mains des profanes intéressés par les concerts radiophoniques, mais peu soucieux de s'initier aux mystères de la T. S. F. La solution idéale est évidemment de n'avoir, pour tout réglage, qu'à amener, par exemple, le nom de la station que l'on désire entendre en face d'un voyant. On trouve plusieurs idées de ce genre, mais en y regardant de plus près, on voit qu'on a été forcé d'adjoindre des organes supplémentaires : petite variation de capacité pour parfaire l'accord, potentiomètre pour le réglage de la réaction, etc. Il faut reconnaître cependant, que les boutons auxiliaires s'effacent devant la grandeur de l'organe principal de commande ! Sans méconnaître l'intérêt de tels dispositifs, il faut se convaincre que le réglage d'un récepteur, sans être en général une opération très délicate, nécessite un peu de pratique pour réaliser la précision désirable. Si l'on ne peut atteindre complètement cette dernière, et c'est le cas de la commande unique, il faut disposer d'un supplément appréciable de puissance ; d'où augmentation du nombre de lampes, difficultés plus grandes de réalisation et prix plus élevés. La médaille a donc son revers et le problème n'est pas encore à l'heure actuelle entièrement résolu.

Il faut encore signaler le recul des appareils simples (postes à galène ou à une ou deux lampes) devant ceux qui mettent en jeu un grand nombre de lampes. Nous venons d'en donner une cause, mais il faut aussi attribuer cette nouvelle orientation au désir des acheteurs d'entendre des concerts de plus en plus nombreux et éloignés. De plus, beaucoup d'amateurs ne pouvant s'offrir le luxe d'un récepteur compliqué et cher ou encore mettant un point d'honneur à établir eux-mêmes leurs modestes postes, le construisent en partant de pièces détachées.

Enfin, nous noterons la tendance de plus en plus nette à se passer de piles et d'accumulateurs en utilisant les secteurs électriques à courant continu ou alternatif comme sources d'énergie. Dans le cas du courant continu qui offrait la solution la plus aisée et qui a permis de s'approcher tout de suite de la perfection, on n'a pas constaté de progrès bien sensibles. Le courant alternatif a fourni au contraire matière à quelques solutions intéressantes.

Revue plus détaillée des appareils.

1°) *Appareils récepteurs.* — Il est difficile de donner beaucoup de détails intéressants en ce qui concerne le fonctionnement des appareils : on ne pouvait les entendre sur place et de plus, certains constructeurs se retranchaient (on ne sait trop pourquoi) derrière le secret de leur brevet. Il fallait donc s'en remettre aux affirmations des exposants telles que « sélectivité complète, réception de tous les postes en fort haut-parleur, etc., etc.).

Nous ferons, pour la clarté de notre exposé, une classification dans cette foule d'appareils dont les noms se terminent pour beaucoup d'entre eux en « dyne ». Depuis le superhétérodyne et le tropadyne dont les noms nous sont déjà familiers, on trouve, en effet, le selectadyne, le cépadyne, le superalcodyne, le cryptadyne, l'infradyne, l'isodyne, etc. Heureusement que les principes de ces montages ne sont pas tous essentiellement différents ; la plupart d'entre eux dérivent plus ou moins directement

Digitized by Google

du superhétérodyne ou utilisent les propriétés des changeurs de fréquence bigrille.

Parmi les postes à galène et les postes à un petit nombre de lampes, nous avons remarqué le poste « Lutetia » de A. R. C. Radio qui permet, en réalisant des portées de 60 à 70 kilomètres de recevoir en haut-parleur sur galène,

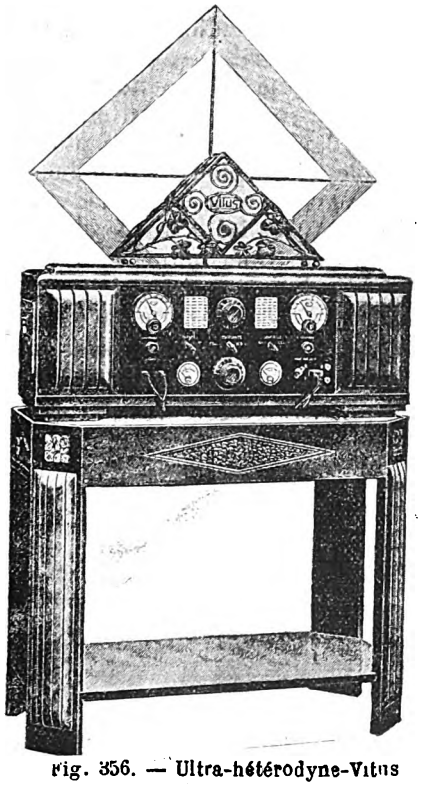


Fig. 356. — Ultra-hétérodyne-Vitus

le poste « Radio-Kodak » de la même maison, le « Microdion » de H. Hurm composé d'une détectrice à réaction et de deux basses fréquences, une détectrice à réaction bien comprise des Etablissements Lecomte, les postes à trois lampes de G. M. R., etc., etc.

Les montages « C 119 » dérivés de la boîte C de l'armée ont aussi inspiré beaucoup de constructeurs. On peut citer dans cette catégorie le « Résononde » de Radia à selfs interchangeables et de construction soignée, les appareils C 119 et C 119 *bis* des Etablissements Ancel, de prix modérés, l'Auto-4 (Hardy), poste-meuble d'une réalisation heureuse, le poste E 4 (Ondenia), etc., etc.

Signalons encore les « Pathédynes » à six lampes, les C4 et C5 de Pathé-Radio de présentation luxueuse, le poste mixte phono-radio de la même maison qui offre la particularité assez curieuse de pouvoir suppléer par un phonographe à l'absence d'émissions, le « Phenix » de G. M. R. à neuf lampes et modulation plaque, un poste à six lampes de Graff comportant certains détails ingénieux, les postes « Autorégleur » et « Monorégleur » sur 3 et 4 lampes de la société A. R. S., le « Supermodulateur » de Berrens utilisant le principe du reflex, monté avec des basses-fréquences à résistances et couvrant la gamme 70-3.000 mètres, le « Superautomatic S. A. B. 8 » de la même maison à circuits étalonnés en longueur d'onde et à réaction spéciale ne modifiant les réglages, etc., etc.

Nous passons ensuite aux appareils du genre superhétérodyne. La grande simplicité de leur réglage a amené presque tous les constructeurs à rechercher des réglages automatiques. D'autre part, le nombre de lampes employées étant de l'ordre de six, on conçoit aisément que de tels postes sont d'un prix très élevé et d'un entretien coûteux. Les Etablissements Lévy ont présenté le « Synchrodyne » à commande automatique avec système de décalage du stator du condensateur variable selon les gammes de longueur d'onde. C'est un appareil qui a l'air remarquablement réalisé à tous les points de vue. Lemouzy a présenté l' « Ultrara-

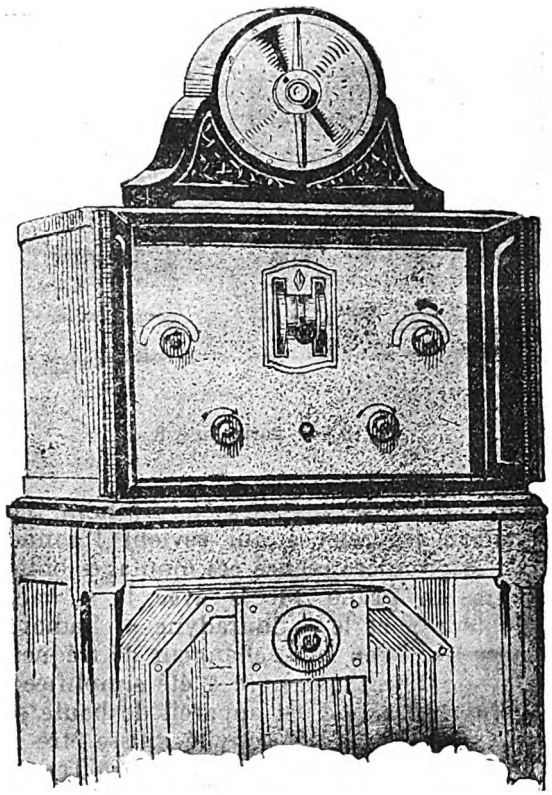


Fig. 357. — Radiolavox Sfer 20 surmonté d'un Radiolavox forme pendulette.

diomodulateur » qui est un changeur de fréquence destiné à être placé devant n'importe quel appareil récepteur, même si ce dernier ne peut recevoir les ondes supérieures à 2.600 mètres, ce qui arrive souvent. D'autre part, le changement de fréquence se fait sans perte d'énergie ; enfin, après une mise au point très

Digitized by Google

simple, le réglage d'une réception se fait à l'aide de deux commandes seulement. Le « Radia-Six » de Radia est à six lampes et son réglage est facilité par un étalonnage des circuits. L'auditeur n'a, pour obtenir tel ou tel poste, qu'à placer les index de deux disques gradués en regard des divisions indiquées par un tableau joint à l'appareil. Le « Cépadyne » du Comptoir Electrique Parisien est un superhétérodyne perfectionné à six lampes. Il revendique une sélectivité très poussée jointe à une faible sensibilité aux parasites industriels ou atmosphériques. La puissance du montage est telle qu'on a jugé inutile de lui adjoindre une deuxième B. F. ; il reçoit d'ailleurs les grandes et les petites ondes. La maison Alco a présenté le « Superalcodyne » permettant de recevoir seulement avec une prise de terre. Nous citerons encore le « Super-Magic », superhétérodyne à réglage simplifié et à huit lampes, etc.

Les changeurs de fréquence utilisant les propriétés des lampes bigrilles étaient nombreux. La maison Ducretet à qui revient l'honneur d'avoir la première réalisé ces montages obtient toujours un grand succès avec le « Radiomodulateur » et le « Supradyne ». Radiola a présenté le « Sfer 20 », changeur de fréquence Bigrille dont la manœuvre a été simplifiée au maximum, afin que cet appareil de haute sensibilité et de grande sélectivité puisse être mis entre les mains les plus inexpertes. Tout est enfermé dans un coffret dont le couvercle se soulève pour mettre en place les lampes et dont le devant s'ouvre par deux portes pour permettre d'accéder aux organes extérieurs de l'appareil, d'ailleurs peu nombreux. On a prévu un bouton supplémentaire qui peut faire varier la longueur d'onde à laquelle on ramène l'onde à recevoir. C'est là un accessoire, non pas indispensable, mais très utile. Une émission télégraphique puissante et voisine peut se trouver, en effet, avoir la même longueur que l'onde choisie. Elle est reçue en ce cas, non sur l'antenne, mais sur les connexions intérieures. Il est possible de l'éliminer en changeant la fréquence de l'onde intermédiaire. Il faut, évidemment, alors changer le décalage des tambours de l'appareil, mais cette modification est généralement de peu d'inportance. Le « Supercryptadyne » de la Radio-Industrie comporte six lampes : trois bigrilles et trois radio-micros. Il est pourvu d'une commande unique. Les lampes bigrilles sont utilisées encore par la même maison dans des montages plus simples, notamment, le « Cryptadyne Barthélémy » à deux lampes bigrilles et le « Cryptadyne 4 ». Un poste intéressant réalisé avec les bigrilles est celui de la maison Guérindon. L'originalité de ce poste réside dans les deux faits suivants : 1°) le primaire est constitué par le réseau d'éclairage électrique (aucune prise de terre), et rendu complètement apériodique ; par suite, le réglage du poste est toujours constant ; 2°) pour pouvoir utiliser la batterie de tension plaque (16 volts) comme batterie de chauffage, les filaments des quatre lampes bigrilles ont été montés en série. Notons encore le modulateur bigrille R. C. F. à 8 lampes, l' « Héliodyne » des Etablissements Carver, etc.

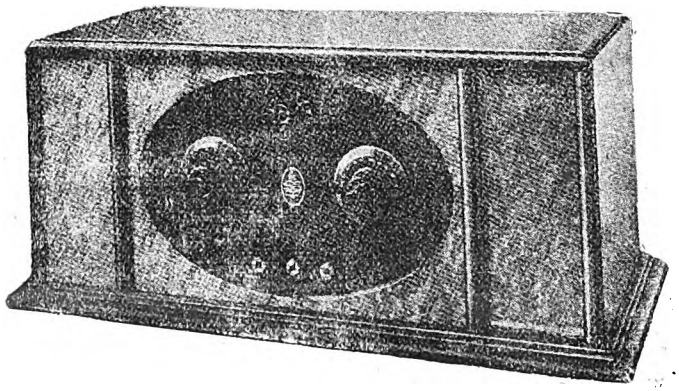


Fig. 358. — Porte-Auto R. A.

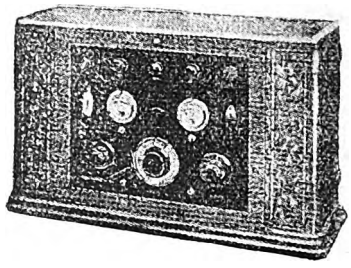


Fig. 359. — Ultra-modulateur Lemouzy

L' « Ultrahétérodyne » Vitus allie à une sensibilité très poussée une simplicité de réglage idéale. Présentée dans un poste de luxe, elle ne déparerait pas l'intérieur le plus élégant. Le Dr Titus Kontescheveller a présenté ses fameux montages superréactifs.

Le stand J. L. Ménars a eu un vif succès de curiosité : on y pouvait voir un poste fonctionnant sans lampes, sans cristal et qui permettrait d'obtenir une réception en haut-parleur. Le constructeur n'ayant pas donné son principe, nous ne pouvons nous étendre plus longtemps sur ce sujet.

Digitized by Google

2°) *Lampes.* — Les stands étaient abondamment fournis. L'évolution est de plus en plus nette vers la lampe à faible consommation ; la lampe bigrille vient aussi en faveur. Notons : chez Grammont la « Radiofotos » à faible consommation (0,06 ampère), une valve biplaque pour redressement de l'alternatif : cette valve donne des résultats très intéressants en réception et pour des essais d'émission à faible puissance, la micro-bigrille spécialement destinée spécialement destinée à la détection, la micro-ampli : nouvelle lampe basse-fréquence de puissance, la micro-bigrille spécialement destinée aux changeurs de fréquence ; chez Cyrnos, des lampes 2 et 4 volts et des lampes spéciales pour les postes dont le filament est directement alimenté en alternatif, etc.

3°) *Haut-parleurs.* — Les diffuseurs triomphent ; les haut-parleurs à pavillon sont beaucoup moins nombreux que dans les expositions précédentes. La présentation des appareils est beaucoup plus soignée ; les membranes sont habilement dissimulées ; parfois, l'appareil prend la forme d'un objet domestique d'usage courant.

La maison Gaumont présente deux nouvelles formes de haut-parleur Lumière : sur l'un, l'attaque de la membrane se fait sur un point excentré, la membrane affectant la forme d'une cardioïde ; dans l'autre, cette membrane est constituée par une feuille de fort papier ayant l'allure de la page médiane d'un gros volume ouvert par le milieu. L'aspect extérieur est celui d'un livre laissé sur un pupitre après la lecture et montrant une gravure.

Signalons, le diffuseur Radiola, genre pendulette, réduction du Radiolavox, le Musicalpha dont la membrane est constituée par une étoffe vernie tendue sur un support carré en bois décoré, le Saldana, les haut-parleurs Hervor, le Starvox, le John Brown, le Duotone de Brunet, etc., etc.

Quant aux casques, en apparence du moins, rien de sensationnel ; nous noterons cependant un écouteur léger construit par Franck tenant sur l'oreille sans serre-tête par une pince.

4°) *Piles et Accumulateurs.* — Ici non plus, rien de bien nouveau. Remarquée cependant chez Koda une pile sèche à très forte capacité réalisée dans un volume relativement restreint du fait de la disposition en serpentin des pôles positif et négatif ; chez A. D., une batterie de piles à liquide était montée pour le chauffage de 12 lampes à faible consommation avec des appareils permettant de se rendre compte de la stabilité de l'installation, etc.

5°) *Alimentation des postes à l'aide du secteur.* — Une solution est fournie par le « Thermopile » Hervor qui transforme le courant alternatif en courant continu : le courant alternatif chauffe par effet Joule les soudures d'une chaîne de couples thermoélectriques qui débitent un courant rigoureusement continu sans qu'il soit nécessaire de filtrer. Le débit est d'une extrême stabilité quelle que soit l'irrégularité du secteur. Pour le montrer, on pouvait voir au stand un voltmètre sur la sortie continue et l'on coupait à intervalles rapprochés l'alimentation primaire, ainsi qu'en faisait foi une lampe à incandescence et un second voltmètre dont l'aiguille était en perpétuelle agitation. On réalisait de la sorte un « secteur irrégulier » tel qu'en pratique, il est impossible d'en rencontrer. Malgré les coupures de l'alimentation, l'aiguille du voltmètre branché sur la sortie restait immobile, ce qui indiquait bien la parfaite insensibilité du débit aux variations courtes et rapprochées du secteur. Le Thermopile se fait en deux modèles principaux qui sont respectivement destinés au chauffage des filaments et aux alimentations plaque. Il n'a qu'un défaut, dû au principe même sur lequel il est basé, c'est son très mauvais rendement.

Un procédé de redressement du courant alternatif au moyen des soupapes électrolytiques a été mis au point par les Etablissements Radio L. L. D'autres nombreux redresseurs ont été aussi exposés : Gaumont, F. Gautier, Ariane, etc.

6°) *Pièces détachées.* — Nous ne pouvons détailler toute l'ingéniosité déployée dans les pièces détachées. Nous ferons cependant mention des condensateurs variables. Le système à vernier est de plus en plus abandonné pour faire place au bouton démultiplicateur : G. M. R., Halftermayer, Franck, Pival, etc.

Les transformateurs paraissent aussi avoir été beaucoup étudiés, mais il faudrait les voir à l'œuvre pour les bien juger.

Conclusion.

On peut voir d'après ce trop bref et trop sec exposé que le Salon de 1926 a marqué une évolution et un progrès dans la marche de la T. S. F. Peut-on prévoir ce que l'avenir réserve. Nous croyons qu'on a trop tôt abandonné les postes simples ; bientôt les campagnes seront complètement gagnées à la radiophonie qui y peut rendre de grands services en même temps qu'elle y procurera de saines distractions. Les appareils compliqués, luxueux et chers, devront là céder la place aux appareils plus modestes. Enfin, il semble qu'on n'a pas encore tiré le meilleur parti des montages classiques (à résonance, à transformateurs, etc.) ; bien que l'on ne puisse nier les services que peuvent rendre les appareils à changement de fréquence, la grosse faveur dont ils jouissent à l'heure actuelle peut paraître exagérée.

P. ABADIE.
Ingénieur à l'E. C. M. R.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Géodésie

La grande opération mondiale de mesures de longitudes (1). — Dès 1920, sur la proposition du général Ferrié, le Bureau des Longitudes avait pris l'initiative, d'une grande opération internationale dont l'objet serait de déterminer, avec toute l'exactitude actuellement réalisable, les longitudes d'un certain onmbre de lieux répartis autour du Globe.

Accueilli avec faveur par l'Union internationale astronomique et par l'Union géodésique et géophysique internationale, ce projet devait mettre en œuvre les dernières ressources de la radiotélégraphie, associées aux procédés les plus précis de l'observation astronomique. Actuellement, l'œuvre est en pleine voie d'exécution. Trente nations y prennent part.

Une commission mixte, présidée par le général Ferrié, a réglé tous les détails de l'opération. Le programme est le suivant :

Déterminer les différences respectives de longitude qui existent entre trois points fondamentaux de la Terre, situés à peu près sur le même parallèle et espacés d'environ 120° l'un de l'autre, de manière à constituer, autour du pôle, un polygone fermé assurant une rigoureuse vérification des résultats.

Simultanément, des déterminations analogues sont exécutées en d'autres points, groupés aussi de manière à former, entre eux ou avec les précédents, des polygones secondaires, permettant de les rattacher, avec tout la précision possible, aux stations fondamentales.

Ces dernières sont constituées par trois observatoires permanents : Alger et Changhaï (Zi-ka-Wei), tous deux français, et San Diego (Californie), propriété de la Marine des Etats-Unis.

Font partie des polygones secondaires, l'Observatoire de Paris, origine des longitudes françaises et siège du Bureau International de l'Heure, et l'Observatoire de Greenwich, dont le méridien est l'origine mondiale des longitudes, et dont l'heure locale a été choisie comme heure universelle.

La différence de longitude de deux lieux est égale, comme on sait, à la différence de leurs heures locales au même instant. Pour mesurer cette différence, il faut donc, en chacun d'eux :

1° Par l'observation de passages d'étoiles, déterminer l'heure locale, c'est-à-dire l'avance ou le retard de l'horloge astronomique de ce lieu ;

2° Noter l'heure marquée par cette horloge à l'instant de la réception d'un signe spécial, émis par une station radiotélégraphique, comme l'ont préconisé, pour la première fois, il y a plus de quinze ans, deux savants français, MM. A. Claude, Directeur adjoint de l'Observatoire du Bureau des Longitudes, et L. Driencourt, Ingénieur hydrographe en chef de la Marine.

La différence de ces deux heures, dûment corrigée de l'avance ou du retard de chacune d'elles, est la différence cherchée des longitudes des deux stations.

Pour déterminer l'heure locale aux stations fondamentales, on emploie concurremment deux appareils de principe entièrement différent, savoir : la lunette méridienne, dotée d'un micromètre impersonnel enregistreur à entraînement automatique, et l'astrolabe à prisme, créé par MM. Claude et Driencourt. La comparaison des résultats fournira — du moins on l'espère — l'explication de certaines erreurs systématiques sur la nature et l'importance desquelles les astronomes ne sont pas encore définitivement fixés.

Les observations de passages d'étoiles sont enregistrées sur des chronographes et, pour les astronomes français, de préférence sur ceux du modèle imaginé par M. Abraham, professeur à la Sorbonne.

Quant aux signaux radiotélégraphiques destinés à permettre la comparaison des horloges installées dans les divers observatoires, ils sont émis par sept stations, dont quatre françaises : Saïgon, Bordeaux (Croix d'Hins), et Paris (Issy et Tour Eiffel). Les émissions, réglées d'après un plan arrêté d'avance, sont au nombre de 20 par 24 heures. Dans chaque station, elles sont, autant que possible, enregistrées simultanément avec les vibrations, électriquement entretenues, d'un diapason et avec les battements de la pendule choisie comme directrice. Dans les stations françaises, cet enregistrement est obtenu au moyen d'oscillographes à plume, du type créé, au cours de la récente guerre, par M. Abraham pour le repérage du tir par le son, et au moyen de chronographes du modèle employé dans le même but.

La méthode des coïncidences observées à l'oreille n'est utilisée que si l'enregistrement est impossible.

Les observations sont agencées de manière à fournir, pour chaque polygone, une erreur effective de fermeture. Cela suppose entièrement indépendantes l'une de l'autre les deux différences de longitudes, c'est-à-dire les déterminations d'heures et les comparaisons radiotélégraphiques relevées entre chacune des stations et les deux postes les plus proches de part et d'autre.

Si l'on n'exécutait, en effet, qu'une seule série d'observations d'heure dans la station intermédiaire, les erreurs correspondantes n'influeraient en rien sur la différence de longitude des deux postes extrêmes.

De même, si tous les observatoires disposés sur un même polygone comparaient, au même instant, leurs horloges à l'aide des mêmes signaux radiotélégraphiques, l'erreur de fermeture du polygone serait forcément nulle, quelles que fussent les erreurs affectant les déterminations locales de l'heure.

Les polygones faisant le tour du monde fourniront un contrôle plus complet, la somme des différences individuelles de longitudes devant être rigoureusement égale à 24 heures.

Devenue possible seulement aujourd'hui, grâce aux énormes progrès introduits par le général Ferrié et ses collaborateurs dans la comparaison des horloges à grande distance par voie radiotélégraphique, la vaste opération dont il s'agit vient à son heure. En effet, par suite de la diversité des observateurs et des méridiens de rattachement, comme aussi des méthodes (1) et des instruments employés à ces déterminations, les longitudes officielles des divers lieux du globe sont souvent très incertaines. Leur mesure précise, renouvelée de temps à autre, permettra, en particulier, de vérifier si les continents et les îles se déplacent dans le sens Est-Ouest, comme l'ont prétendu certains géologues d'Outre-Rhin.

(1) D'après une communication faite à l'Académie des Sciences dans sa séance du 8 novembre 1926.

(1) Passages et hauteurs lunaires, occultations d'étoiles par la Lune ; éclipses ; occultations des satellites de Jupiter, etc., etc.

Digitized by Google

En tous cas, dans la réalisation même de l'entreprise, la France joue un rôle prépondérant, un astronome français, pour le moins, prenant part aux observations faites en chacune des trois stations fondamentales (1).

Ch. Lallemand,
Président de l'Académie des Sciences,
et du Bureau des Longitudes.

Photométrie

Un photomètre photoélectrique. — A propos des méthodes d'enregistrement photographique qu'on pratique actuellement au laboratoire dans des ordres d'idées divers, spectrographie optique, spectrographie X, astronomie, etc., on a souvent à se préoccuper de mesures d'intensité lumineuse. On y parvient par une étude photométrique des clichés.

On sait en effet qu'un rayon de lumière rencontrant une plaque photographique, y décompose le sel d'argent, de telle sorte qu'après le développement, il reste sur la plaque un dépôt d'argent réduit. Toutes conditions égales, le dépôt est d'autant plus dense que la lumière est plus intense, en définissant comme densité le rapport de la lumière incidente à la lumière transmise.

Un procédé usité consiste à classer le dépôt en expérience parmi une gamme d'autres dépôts préalablement repérés et rangés par ordre de densités croissantes. Mais cette détermination, qui manque de précision, devient très délicate lorsqu'il s'agit de dépôts de petite aire, par exemple des raies d'un spectre. Par suite, il est avantageux de remplacer l'œil par des dispositifs de mesure, qui n'exigent finalement qu'une lecture sur une échelle graduée. On utilise dans ce but, soit des cellules photoélectriques, soit des cellules au sélénium, soit encore des thermocouples. F.-H. Lindemann et G. M. B. Dobson ont exposé en juin dernier à la Royal Society un nouveau photomètre photoélectrique, qu'ils ont conçu et exécuté au Clarendon Laboratory, à Oxford (2).

Nous rappellerons en quelques mots en quoi consiste le mécanisme photo-électrique qui, mis en évidence par Lenard en 1898, a été, du point de vue théorique, d'une importance considérable pour la conception des quanta.

Une substance photoélectrique, telle que le potassium, émet des électrons sous l'action de la lumière. Toutes les radiations, depuis les ondes de la télégraphie sans fil jusqu'aux ondes les plus courtes, donnent des phénomènes de ce genre. La vitesse électronique ne dépend que de la fréquence de la radiation excitatrice, et le nombre des électrons rejetés ne dépend que de l'intensité de la source de lumière.

Dans l'appareil de Lindemann et Dobson, la substance photoélectrique est un miroir de potassium, converti superficiellement en hydrure de potassium. La cellule contient de l'argon à basse pression, ce qui fournit des courants photoélectriques plus intenses qu'un vide élevé, et en conséquence plus de sensibilité. La cellule est chargée à 190 volts, c'est-à-dire à environ 5 volts au-dessous de la tension à laquelle elle laisserait passer spontanément le courant, en l'absence de lumière.

En principe, on fait agir successivement sur la cellule, à l'aide d'un obturateur, deux faisceaux lumineux identiques issus d'une lampe électrique; l'un de ces faisceaux traverse un système optique donné et l'autre la région photographique en expérience. Les courants photoélectriques correspondants sont appréciés au galvanomètre. La mesure relative cherchée est le rapport des deux valeurs trouvées : elle ne saurait ainsi être affectée par les variations de la sensibilité de la cellule qui peuvent se produire au cours du temps. On fait une correction, en tenant compte du courant photoélectrique correspondant à la partie non exposée de la plaque.

En vue des études spectrales, et en particulier, de la détermination du milieu des raies pour les évaluations de longueur d'onde, l'appareil comporte un dispositif d'observation microscopique, qui permet de faire les visées sur des images agrandies. S. V.

Biologie

Mâles nains, parasites et fixés sur les femelles, chez certains poissons. — Le nanisme du mâle, sa dégradation organique plus ou moins marquée et son parasitisme sur la femelle, sont des faits dont les Invertébrés (spécialement les parasites : Copépodes, Epicarides, Myzostomes) offrent un certain nombre d'exemples bien connus, mais on ne s'attendait pas à rencontrer cette particularité chez les Vertébrés.

Or, M. Tate Regan (*Proc. Roy. Soc. London*, sér. B. t. 117, 1925, p. 386 et *Dana Expedition*, avril 1926, n° 2, p. 12), vient de la constater chez diverses espèces de poissons de la famille des *Ceratioïdes* (voisins des Baudroies ou Lophiides). Ces poissons offrent diverses particularités remarquables; notamment le premier rayon de leur nageoire dorsale, reporté sur la tête, est devenu un filament parfois très long, terminé par un bulbe renfermant un organe lumineux, sorte de lampe exploratrice. Les belles collections recueillies par M. J. Schmidt, de Copenhague, sur le *Dana*, renferment un matériel considérable de cette famille (plus de 200 spécimens) et en étendent considérablement la connaissance.

Or, tous les individus récoltés sont des femelles, mais chez trois espèces (*Photocorynus spiniceps*, *Edriolychnus schmidtii*, *Ceratias holboelli*), M. Regan a trouvé, sur la femelle, solidement fixés par des organes spéciaux, un ou même deux mâles nains, à nageoires réduites, à intestin atrophié et dont l'abdomen est rempli par un énorme testicule. La fixation est réalisée par des expansions de la partie antérieure de la tête, se réunissant en avant de la bouche et se fusionnant intimement avec une papille cutanée de la femelle. Il y a continuité macroscopique et histologique absolue entre les deux individus et, semble-t-il, entre leurs vaisseaux (M. Regan ne croit pas que les connexions vasculaires soient du type placentaire). Le mâle doit être nourri par le sang de la femelle; toutefois il a un cœur et des branchies. La fixation du mâle à la femelle doit se produire à la fin de la vie larvaire.

Ces poissons vivant entre deux eaux, à de grandes profondeurs, on ne peut guère espérer pouvoir expérimenter sur eux. Il serait intéressant de savoir si les jeunes mâles qui ne rencontrent pas de femelle pour se fixer, meurent fatalement, ou si l'évolution d'un individu jeune en un mâle est la conséquence de sa fixation contingente à

(1) A Alger, M. Lambert, de l'Observatoire de Paris, M. Gougenheim, ingénieur hydrographe de la Marine, les capitaines Regnier et de Volontat, assistent M. Gonessiat, directeur de l'Observatoire.

A Changhaï, M. Fayet, directeur de l'Observatoire de Nice, travaille de concert avec les Pères jésuites français qui ont créé et desservent normalement l'Observatoire.

A San Diego, le colonel Mailles opère avec un astrolabe, tandis que les astronomes américains observent à la lunette méridienne.

(2) *Engineering*, 24 septembre 1926.

Digitized by Google

une femelle (comme c'est le cas chez la Bonellie). Cette condition du sexe mâle doit avoir une grande extension dans le groupe des Cératioïdes, puisque M. Regan l'a trouvée chez trois espèces appartenant à des familles différentes.

M. CAULLERY.

Préhistoire

La Céramique du désert Lybique. — L'étude de la poterie primitive offre un intérêt primordial en raison des renseignements qu'elle nous fournit dans la plupart des cas sur l'évolution des premières civilisations, sur l'origine et le développement des plus anciennes manifestations de l'art, enfin sur les relations commerciales qui ont existé chez les peuples de l'antiquité.

Mais, si la céramique que l'on trouve dans les gisements préhistoriques bien définis permet de scruter les ténèbres du passé, souvent dans une très large mesure, il n'en est pas de même de celle que l'on rencontre dans les lieux aujourd'hui inhabitables dont la situation géographique et le climat ne permettent même pas de supposer qu'ils ont pu être habités. Lorsque cette céramique se rencontre, à l'exclusion de tout autre produit d'industrie humaine, le problème à résoudre est plus compliqué encore : nous devons nous borner alors à enregistrer les faits dont l'ensemble permettra, sans doute, dans un avenir plus ou moins éloigné, de retrouver l'origine des peuplades qui ont habité des contrées inhabitables depuis plusieurs siècles ou même plusieurs millénaires.

Fig 360.

La très intéressante céramique (qui m'a été aimablement communiquée par M. Menchikoff), dont je montre ici quelques spécimens (fig. 360, 361, 362), a été trouvée en 1925 dans le désert Lybique par le Prince Kemal-el-Dine qui a relevé deux localités, l'une située à l'angle N. E. de la frontière de l'Afrique équatoriale française vers 19°30′ de latitude N. et 24° de longitude E de Gr., l'autre, entre Ouenat et Sarra. Les poteries étaient à la surface du sol constitué par du grès nubien.

Dans les trouvailles de cet ordre, nous ne possédons pas toujours, malheureusement, des indications aussi précises, dont on comprend facilement toute l'importance.

Ces poteries ont été faites avec des argiles peu ferrugineuses, légèrement calcaires et renfermant du sable quartzeux qui a tenu lieu de dégraissant, mais qui a pu se trouver naturellement dans l'argile. Il eût été intéressant de rechercher si ces argiles existaient dans le voisinage, car nous aurions ainsi la probabilité d'un habitat et non pas d'un simple campement dans lequel les poteries auraient été abandonnées.

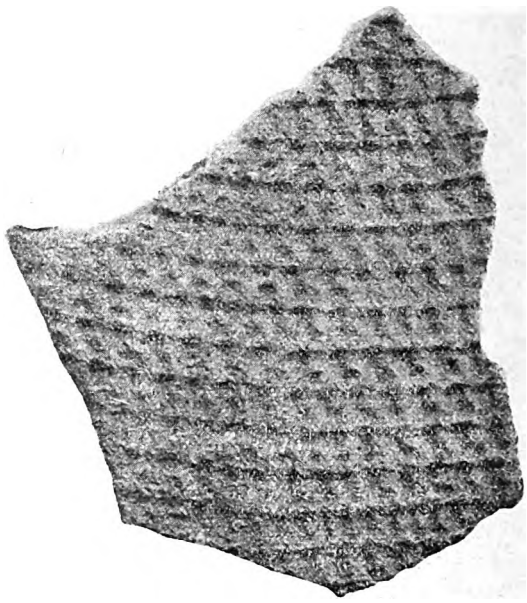
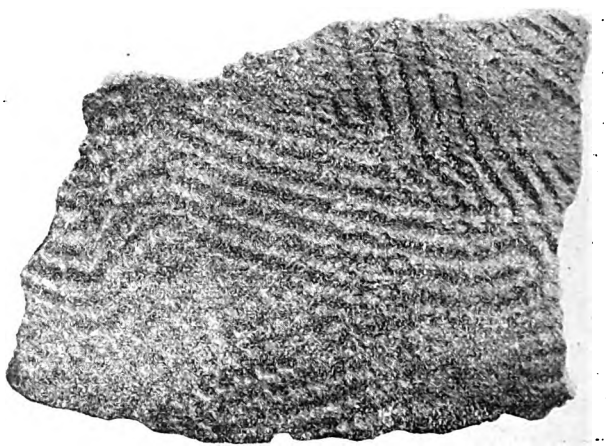


Fig. 361.

Le tour n'a pas été employé, les vases ont été modelés, peut-être par le procédé du colombin, ce qu'on ne peut distinguer en raison de la perfection de la fabrication, et aussi de la bonne préparation de la pâte.

Lorsque, le vase étant fabriqué, la pâte commençait à se raffermir, (après 2 ou 3 heures environ de séchage à l'ombre et à l'abri du vent) le potier procédait au décor au moyen de poinçons en bois ou en os, mais on commençait par tracer des sillons au moyen d'un peigne (à 3 ou 4 dents), puis avec le poinçon, on exécutait les hachures à l'aide du poinçon (technique très apparente sur la figure 360). La figure 362 montre très nettement l'emploi du peigne, qui du reste est générale dans plusieurs régions de l'Afrique, notamment dans le Sud de l'Egypte où je l'ai vu employer, par des indigènes, avec une extraordinaire habileté, et au Congo.



Fig, 362.

Digitized by Google

La cuisson a été opérée à une température de 700-800°, en pleine flamme et très vraisemblablement sur le sol même par conséquent sans four et même sans fosse. Cette méthode de cuisson est fréquente en Afrique, comme je l'ai déjà signalé ailleurs (1). On la trouve notamment en Kabylie, au Congo, dans la région du Niger (et aussi en Asie et en Amérique).

Quel combustible ont pu employer les potiers du désert ? Sans doute de la bouse de chameau desséchée, à défaut de bois, procédé que nous retrouvons également en Afrique, en Asie et dans l'Amérique du Sud. En tous les cas, l'examen des poteries dont nous nous occupons ici, montre nettement l'allure du feu : dès le début et presque jusqu'à la fin de la cuisson, celui-ci fut très réducteur, puis moyennement oxydant, l'excès des gaz réducteurs étant brûlés par suite de l'élévation de la température. Je ne pense pas que le bois ou les herbes sèches aient été employées, même si le potier en avait eu à sa disposition, car il y aurait eu certainement, surtout à la fin de la cuisson, une atmosphère beaucoup plus oxydante, ce dont ne témoignent nullement les poteries.

A quelle époque peuvent appartenir ces poteries du désert Lybique ?

Par leur technique de fabrication, par leur cuisson, elles ne remonteraient pas, si elles provenaient d'Europe au-delà du Halstatt (900 av. J.-C.), si elles provenaient de l'Egypte, au-delà de la XVII[e] dynastie (1600 av. J.-C.); enfin au Congo la même technique de décor est, aujourd'hui encore, en usage.

Mais en Afrique, certains procédés industriels sont restés immuables depuis plusieurs millénaires, de sorte qu'il serait imprudent d'assigner à nos poteries lybiques une époque déterminée et de les classer dans le domaine ethnographique plutôt que dans celui de la préhistoire. Toutefois, ce qui n'est plus préhistorique, pour nous, l'est encore pour de nombreuses peuplades africaines, dont la civilisation n'a pas, ou peu, évolué. C'est pourquoi, avant de se prononcer, il est nécessaire d'attendre de nouvelles découvertes et de nouvelles observations.

Quoi qu'il en soit, la céramique rapportée par le Prince Kemal-el-Dine offre un grand intérêt puisqu'elle soulève des problèmes qu'elle aidera peut-être à résoudre.

L. FRANCHET.

(1) *Céramique Primitive*. Introduction à la technologie Paris. Geuthner, 1911.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Les maisons en fonte. — Les usines métallurgiques de Torncliff, ont entrepris récemment la construction, pour leurs usines, d'une cité ouvrière en fonte. La construction de maisons en fonte est, pourrait-on dire, naturelle pour une usine qui depuis plus de 150 ans a comme spécialité, la fabrication des taques de fonte. Les taques pour ces maisons mesurent 90 cm. de côté. Sur le côté de la taque il y a une série de clefs en queue d'aronde, tandis que les taques elles-mêmes portent un rebord. Avant de quitter les usines les taques sont garnies sur leur face extérieure d'un revêtement de béton de 20 m/m. d'épaisseur mis à la main et maintenu par le rebord. Le béton est taillé en chanfrein aux coins de la taque, il en résulte que quand les taques sont mises en place, les bords forment une rainure en forme de V dans laquelle on coule le ciment.

Les murs intérieurs sont formés de planches de bois couvertes d'un épais ciment d'asbeste. Le toit est muni de tuiles rouges. Les fenêtres ont des châssis en bois boulonnés aux taques. Les planchers des chambres à coucher et des pièces où l'on se tient sont en bois tandis qu'à la cuisine et dans la remise ils sont remplacés par du béton.

Ce que cette construction présente de particulier, c'est de ne pas être plus coûteuse que les briques et d'avoir l'avantage de pouvoir être montée sur les fondations en une semaine par des ouvriers habituels.

La question qui se pose naturellement ici, c'est la température des maisons ainsi construites, en un mot l'effet de la conductibilité de la structure ainsi que l'action de la dilatation sur la surface en béton. Le revêtement du béton forme un isolateur parfait. En ce qui concerne la dilatation, on a constaté qu'elle est la même avec la fonte qu'avec le béton. (*Iron and Coal Trades Review*, 20-8-26).

E. P.

Métallurgie

L'action de l'arsenic dans l'acier. — L'arsenic du minerai est réduit au fourneau et passe dans la fonte. L'action de l'arsenic dans l'acier est analogue à celle du phosphore. Il augmente la résistance et diminue la ténacité et la malléabilité. Les essais faits jusqu'aujourd'hui ne concordent pas sur la limite admissible de la teneur de l'acier en arsenic.

Les auteurs ont exécuté des essais de forgeage, de soudage, d'oxydation, de résistance ainsi que l'examen de la texture sur un acier contenant 0,5 o/o de carbone et des teneurs variables en arsenic. Ils en déduisirent ce qui suit : La perte d'arsenic au forgeage est importante. L'arsenic diminue la malléabilité de l'acier et le rend facilement cassant à chaud. La résistance aux agents chimiques diminue légèrement au fur et à mesure que la teneur en arsenic augmente. Il augmente la résistance de l'acier mais en diminue la malléabilité. L'arsenic se grège facilement. Il diminue la solubilité du carbone dans le fer et oblige le carbone à passer des parties riches en arsenic dans les parties pauvres en arsenic, il s'en suit que dans l'acier forgé, il se produit des bandes de ségrégations riches en ferrite et en arsenic. On ne peut faire disparaître ces bandes par le recuit. Il est probable que l'arsenic ne forme pas comme le phosphore un eutectique fragile d'arsenic et de fer et d'arsenic. Cela explique l'action relativement faible de l'arsenic sur la résistance de l'acier. (*Stahl und Eisen*, 22-7-26).

E. P.

Océanographie

La récolte des éponges en Tunisie. — Cette récolte est faite en Tunisie par trois procédés. Des scaphandriers grecs pêchent les plus belles éponges. Les indigènes pratiquent la pêche au trident dit *kamakis*, en examinant le fond au moyen d'un tube de fer étamé muni d'un miroir sa partie inférieure. Ce procédé permet encore de choisir des éponges de bonne qualité. Enfin on pratique la pêche au filet traînant, la *gangave*, qui est muni d'une armature métallique.

Les espèces pêchées sont : dans la région Sud de la Tripolitaine jusqu'au cap Louza, au Sud de Mahdia *Hinpospongia equina;* au nord de cette zone et jusque dans la région de Bizerte, c'est *Euspongia officinalis* qui domine, appelée aussi oreille d'éléphant, éponge très fine.

Digitized by Google

Ces éponges, énergiquement lavées à l'eau de mer pour les débarrasser de la partie vivante gélatineuse sont classées en une vingtaine de catégories.

Les meilleures sortes, recueillies par les scaphandriers atteignaient le prix de 350 fr. le kilo en mars 1926 : ce sont les oreilles d'éléphant, la qualité Venise, fines d'Italie, se vendait 250 francs; on distingue encore les Zuara et Tripoli, 237 fr.; les Mezzogiorus et Libeccis, 150 fr.; Kerkemah bouée n° 1, 130 fr.

Les éponges pêchées au kamakis se vendent environ 85 à 100 fr. (variétés Djerba, Zarzis, etc.)

Celles ramenées par la gangave comprennent beaucoup de variétés inférieures dont les moins bonnes se vendaient 55 fr. le kilogramme. *Bulletin de l'Office du Protectorat* (août 1926).

La quantité d'éponges exportée de Tunisie était d'environ 215.000 kilos en 1913, elle a atteint 218.750 kilos en 1922 et décroît un peu depuis cette date. En 1925, elle a été de 167.570 kilos. La plus grande partie va en France.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 novembre 1926.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *S. Drzewecki* (prés. par M. Hadamard). — **Représentation nouvelle d'un gaz. Application à la pression barométrique.**

ASTRONOMIE. — *R. Jarry Desloges* (prés. par M. Bigourdan). — **Changements observés sur la planète Mars, dans l'opposition de 1926.**

Les régions qui ont montré les variations d'aspect les plus importantes sont celles situées entre la pointe de *Mare Cimmerium* et le rivage oriental de *Syrtis Major*, vers Nubas, Nodus Alcyonius, Nepenthes, Lacus Mœris et jusque vers Syrtis Minor. Puis la région de Lacus Solis. Ce dernier Lacus montre une apparence non encore vue par l'auteur au cours des observations qui se poursuivent depuis 1907. Il est, d'ailleurs, très difficile de saisir les contours exacts de ce Lacus, formé de divers condensations de tonalité variable. Dans la nuit du 24 au 25 octobre, M. G. Fournier a observé un phénomène *clair* anormal, d'aspect brillant ayant des analogies avec ceux vus en 1911 sur la même région, à une saison martienne se rapprochant de celle de cette année.

GÉODÉSIE. — *Ch. Lallemand.* — **Sur une grande opération mondiale de mesures de longitudes.**

Trente nations prennent part actuellement à cette opération entreprise sur l'initiative du Bureau des Longitudes. Une commission présidée par le général Ferrié, auteur du projet, en a établi le programme. On déterminera les différences respectives de longitude qui existent entre trois points fondamentaux de la Terre, situés à peu près sur le même parallèle et espacés d'environ 120° l'un de l'autre, de manière à constituer, autour du pôle, un polygone fermé assurant une rigoureuse vérification des résultats. Simultanément, des déterminations analogues sont exécutées en d'autres points, groupés aussi de manière à former, entre eux ou avec les précédents, des polygones secondaires, permettant de les rattacher, avec toute la précision possible, aux stations fondamentales. Ces dernières seront constituées par trois observatoires permanents : Alger et Changhaï (Zi-ka-Wei), tous deux français, et San Diego (Californie).

Cette vaste opération peut entrer dans la voie des réalisations grâce aux progrès introduits par le général Ferrié et ses collaborateurs, dans la comparaison des horloges à grande distance par voie de radiotélégraphie.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *P. Lambert, G. Déjardin* et *D. Chalonge* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'extrémité ultraviolette du spectre solaire et la couche d'ozone de la haute atmosphère.**

Pendant les séjours qu'ils ont fait à l'Observatoire du Mont-Blanc, les auteurs ont pris de nombreuses photographies du spectre solaire ultra-violet dans des conditions permettant l'étude photométrique de l'absorption atmosphérique. Ils donnent dans un tableau les longueurs d'onde correspondant aux maxima d'absorption atmosphérique. L'étude complète de quelques clichés a permis de constater que la densité optique de l'atmosphère augmente tout d'abord proportionnellement à l'accroissement de la masse d'air traversée, puis de moins en moins rapidement, comme le fait prévoir l'existence d'une couche d'ozone élevée. Les mesures photométriques indiquent que l'altitude de cette couche est voisine de 45 km.

MÉTÉOROLOGIE. — *Louis Besson* (prés. par M. Bigourdan). — **Relation entre les températures de certains mois de l'année.**

Les variations de la température de chaque mois, d'une année à l'autre, représentées graphiquement donnent des courbes irrégulières semblant n'avoir entre elles rien de commun. Mais, si par un artifice convenable, on met en évidence les grands traits de ces variations, on découvre des relations que masquaient les fluctuations à court intervalle, dont l'amplitude est grande et l'allure désordonnée. L'auteur expose les résultats de ses recherches à l'aide de graphiques et de tableaux.

SPECTROSCOPIE. — *H. Volkringer* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le spectre continu du mercure.**

L'auteur a cherché à déterminer la courbe de la répartition de l'énergie en fonction de la longueur d'onde. Il a utilisé la décharge oscillante dans un enroulement inducteur entourant un tube sans électrodes.

Le spectre continu qui apparaît vers 140° a son intensité maxima vers 240°. Il est préférable que la capacité du circuit oscillant soit faible : 2/1000 μ f environ, ainsi que l'excitation qui correspondra par exemple, à une distance de 1 m/m. entre les boules de l'éclateur. L'intensité relative du spectre continu par rapport à celle des raies d'arc est d'autant plus considérable que l'excitation est plus faible.

La détermination de la répartition de l'énergie a été faite par comparaison avec l'énergie émise par un corps noir à 1520° C. qui était constitué par un cylindre de platine chauffé électriquement et fendu le long d'une génératrice.

MAGNÉTISME. — *W. Arkadiew* (transm. par M. P. Weiss.). — **Les oscillations et la résonance des aimants élémentaires.**

L'auteur expose les résultats de ses recherches à l'aide de formules et de graphiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *René Dubrisay* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Action de la chaleur sur les propriétés superficielles du kaolin.**

Le kaolinite perd son eau de constitution vers 500°, elle devient alors plus facilement soluble dans les acides à 900° elle devient inattaquable. D'autre part, l'eau hygroscopique ne peut être éliminée que par un chauffage prolongé à 130°, ou, plus rapidement, à 250°. L'auteur a recherché si ces transformations étaient accompagnées de changements dans les propriétés superficielles.

Digitized by Google

Les résultats obtenus ont montré que le pouvoir absorbant vis-à-vis de l'iode a diminué sous l'effet du chauffage.

Les échantillons chauffés jusqu'à 250° ont décoloré une solution de bleu de méthylène à 0 gr. 1 par litre; avec ceux chauffés de 500° à 1.000°, la solution est restée colorée.

— *Pierre Jolibois, Henri Lefebvre* et *Pierre Montagne* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Comparaison entre les effets de l'étincelle électrique et la dissociation thermique.**

Des résultats obtenus, les auteurs déduisent que : 1° A toute pression, la température apparente de l'étincelle croît avec la capacité 2° Lorsque la capacité est suffisante (au moins 0,1 microfarad), la température apparente de l'étincelle est sensiblement indépendante de la pression. En particulier, pour une capacité de 10 microfarads, elle est voisine de 3000° absolus; 3° Dans le cas d'une très faible capacité (régime dissymétrique pur) la température apparente de l'étincelle est notablement plus basse, tout en restant supérieure à 2000° absolus; ses variations en fonction de la pression ne sont pas simples; 4° Dans le cas d'une capacité moyenne, les deux régimes prennent alternativement naissance, mais pour une capacité donnée, le phénomène à trait de feu est d'autant plus fréquent que la pression du gaz est plus forte.

— *H. Forestier* et *G. Chaudron* (prés. par M. Le Chatelier). — **Caractères ferromagnétiques du sesquioxyde de fer stable.**

Si l'on part d'un oxyde vierge de toute aimantation son coefficient croît avec la température jusque vers 600°, puis on observe une diminution brusque se terminant à 675°. La courbe de refroidissement se sépare de la courbe d'échauffement au-dessous de 600° et le coefficient d'aimantation croît jusqu'à la température ordinaire où il est alors beaucoup plus grand qu'au départ.

— *Jean Cournot* et *Jean Bary* (prés. par M. Rateau). — **Sur quelques recouvrements électrolytiques de l'aluminium et des alliages légers, leur adhérence et leur résistance à la corrosion à l'eau de mer.**

Les formules de bains établies par les auteurs pour le cuivrage, le cadmiumage, le cobaltage et le chromage, donnent des adhérences très satisfaisantes à la condition que soient bien observées, toutes les précautions de manipulation et de décapage. Les résultats obtenus par emboutissage de tôles (conditions d'essais conformes aux prescriptions de l'Aéronautique française) ont été également satisfaisants. Dans les essais de résistance à la corrosion à l'eau de mer artificielle, l'attaque est généralement plus prononcée à la ligne d'affleurement du liquide sur l'éprouvette, celle-ci n'étant pas complètement immergée.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Sanfourche* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **La cémentation du fer par le chlorure de silicium.**

Dans une première série d'essais, le chlorure de silicium maintenu à 40° émettait des vapeurs qui étaient entraînées par un courant d'azote sur les barres de fer chauffées dans un tube de silice. Une réaction se manifeste vers 800°, donnant naissance à une couche superficielle d'un alliage fer-silicium dont l'épaisseur va croissant avec l'élévation de la température et la durée de l'expérience.

Dans une deuxième série d'essais, l'entraînement des vapeurs de chlorure de silicium a été effectué par l'hydrogène; l'action est alors plus intense, mais moins régulière.

Un examen microscopique a montré que la couche d'alliage était nettement distincte du métal non altéré.

CHIMIE ANLYTIQUE. — *C. Marie* et *J. Bertheloot* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur deux causes d'erreurs qui interviennent dans le dosage par électrolyse du nickel en présence du fer.**

Les auteurs ont constaté les deux causes suivantes d'erreur : 1° Le précipité d'hydrate de sesquioxyde de fer retient du nickel, et cette erreur par défaut l'emporte sur l'autre pour les fortes teneurs en nickel.

2° L'hydrate de sesquioxyde de fer est réduit à la cathode et du fer se dépose avec le nickel. Cette erreur par excès est surtout importante dans le cas de faibles teneurs en nickel.

Dans la première cause d'erreur, les auteurs, pour réduire l'adsorption du nickel par l'hydrate ferrique, le déplacent au moyen de l'ion magnésium.

Pour supprimer la seconde cause d'erreur (réduction du sesquioxyde de fer), il suffit d'empêcher le contact de l'hydra ferrique avec la cathode par un diaphragme.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Quelques observations sur le terrain crétacé au sud de Pau.**

La succession d'écailles et d'anticlinaux, que l'auteur signale dans les couches qu'il passe en revue, correspond à une succession de plis couchés, violemment refoulés vers le Sud. Ces plis sont d'une forme particulière, on pourrait les appeler des plis en Z, le plus souvent cassés et crevés. La partie moyenne renversée peut être masquée par le chevauchement du flanc supérieur, ou même peut manquer complètement (écaille) si la cassure est précoce. C'est en *tout petit* une disposition analogue à celle qui a donné naissance aux grandes nappes alpines.

— *Georges Dubois* (prés. par M. Ch. Barrois). — **L'étude géologique du littoral flamand aux environs de Gravelines.**

Le sable des bourrelets littoraux de la région de Gravelines contient parfois de très petits graviers, jamais de galets. Les plus anciens bourrelets littoraux (tels que ceux de Oye, de Loon, des Synthe) sont formés de sable appauvri en débris de coquilles et en glauconie, enrichi en grains de quartz de fin calibre et en particules argileuses (enrichissement d'origine éolienne).

Le sable des bourrelets littoraux est généralement fossilifère. Les Gastéropodes peuvent manquer; mais leur accumulation en grand nombre est toujours un indice très précieux du passage d'une ligne littorale.

— *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur la présence d'une vaste région volcanique dans la plaine inférieure de la Moulouya (Maroc septentrional).**

La surface couverte par les appareils volcaniques, coulées et tufs, est d'environ 300 à 400 kilomètres carrés. Il paraît possible, d'après l'auteur, que la région volcanique du Djel (c'est le nom que porte la plaine) soit un point de jonction des axes volcaniques d'Angad (Oudja) et de Melila. M. Russo ne peut, à l'heure actuelle, déterminer l'âge des éruptions.

VOLCANOLOGIE. — *Const. A. Kténas* (prés. par M. Pierre Termier). — **L'évolution du volcan des Kaménis (Santorin) en 1926.**

D'une durée d'environ quatre jours, la phase vulcanienne, qui a commencé le 18 mai, se caractérise par des explosions paroxysmales formidables qui, répétées à de courts intervalles, ont donné l'aspect définitif au conodôme de Fouqué-Kaméni. Depuis, à part des dégagements de vapeurs peu épaisses qui ont continué à s'opérer jusqu'à la fin du mois de mai, le volcan de Kaménis, après une activité totale d'environ neuf mois (11 septembre-21 mai), est rentré dans le repos.

Digitized by Google

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Magrou* (prés. par M. Roux). — **Le *Bacterium tumefaciens* dans les tissus du cancer des plantes.**

Chez les tumeurs de Tomate produites par le *Bact. tumefaciens*, ce micro-organisme peut se développer abondamment dans les parenchymes superficiels de la galle, formés de grandes cellules, alors qu'il fait défaut, tout au moins sous sa forme visible et cultivable, dans les îlots néoplasiques en voie de prolifération.

PHYSIOLOGIE. — *Stefan Jellinek* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur un signe biologique marquant le retour de la respiration spontanée dans les cas de mort apparente.**

L'ultime signe de vie donné par l'homme et l'animal au moment de sa mort n'est pas « le dernier souffle », mais presque toujours le mouvement de déglutition lui succédant dans un intervalle de quelques secondes. Ce n'est qu'après ce dernier mouvement, *ultimum moveus*, que la fin est vraiment arrivée. Il n'y a pas d'accoucheur qui ne sache que les nouveau-nés, lesquels on ne peut ranimer, meurent la bouche ouverte.

ZOOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). — *Herouardia*, **genre nouveau de Copépode, intermédiaire entre les *Harpacticidæ* et les *Cyclopodæ*.**

Cette forme nouvelle de Copépode a été obtenue par allélogenèse, en cultures dans l'eau de mer diluée, des pontes d'un autre Capepode, *Regis servus* Labbé, non encore décrit, et qui lui-même descend de *Ferronniera cyclopoides* Labbé. Comme la lignée phylétique, dont l'auteur poursuit l'étude depuis six ans, est en avance d'environ six mois sur la lignée naturelle qui évolue parallèlement dans les marais salants du Croisic, M. Labbé peut prédire, à peu près à coup sûr, l'apparition dans les marais salants du Croisic au printemps de 1927, d'*Herouardia paradoxus* nov. sp. dont il donne la diagnose sommaire.

BIOLOGIE. — *A. Dorier* (prés par M. Bouvier). — **Sur le commensalisme de la larve de *Dactylocladius brevipalpis* Goetghebuer (Chironomide).**

Dans la rivière la Cumane, près de Saint-Vérand (Isère), 50 à 60 pour 100 des nymphes de *Rithrogena semicolorata* (Ephéméride) sont infestées, et l'on rencontre exclusivement la larve de *Dactylocladius brevipalpis* sur cette espèce, alors que d'autres Ephémérides, notamment des nymphes de *Baetis*, sont abondantes en cette station.

L'éclosion du Chironomide précède celle de l'Ephémère et se produit au commencement de mai, au moment où les nymphes de *Rhithrogena* se rassemblent au bord de la rivière sous des galets peu profondément immergés.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Auguste Lumière et Mme Montoloy* (prés. par M. Roux). — **Sur la formation des abcès de fixation.**

Les auteurs se sont demandé si l'inaptitude des leucocytes à former des abcès ne proviendrait pas du fait que ces cellules, occupées à l'enrobement, à la digestion et à l'élimination des matériaux floculés, auraient perdu leur tropisme habituel ?

Pour vérifier cette hypothèse, les auteurs ont procédé aux expériences suivantes. Des cobayes ont reçu par voie intracardiaque, une suspension d'encre de Chine, et, plus tard, de l'essence de térébenthine en injection sous la peau de l'abdomen. Deux animaux témoins sont traités seulement par la même injection d'essence de térébenthine, sans encre de Chine préalable.

Au bout de 48 heures, l'abcès s'est formé chez les témoins, tandis que les animaux traités par l'encre de Chine ne présentent qu'une très légère induration de la peau au niveau de l'injection d'essence.

Trois jours après, les collections purulentes se sont spontanément ouvertes chez les témoins, en laissant échapper leur pus, tandis que les cobayes imprégnés à l'encre de Chine sont toujours et demeurent indemnes par la suite.

P. GUÉRIN.

Séance du 15 novembre 1926.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R. Wavre* et *A. Bruttin* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une transformation continue et l'existence d'un point invariant.**

— *J. Delsarte* (prés. par M. Goursat). — **Sur les rotations dans l'espace fonctionnel.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *E. F. Collingwood* (prés. par M. Emile Borel). — **Un théorème sur les fonctions entières d'orde fini.**

— *F. Saks* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la différenciation de l'aire des surfaces.**

GROUPES DE TRANSFORMATIONS. — *Potron* (transm. par M. Appell) — **Sur les théorèmes fondamentaux de la théorie des groupes continus finis de transformations.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. Goursat). — **Déformation des surfaces et méthode de Weingarten.**

MÉCANIQUE ET GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *G. Vranceanu* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les espaces non holonomes.**

MÉCANIQUE. — *Jean Chazy* (prés. par M. Emile Borel). **Sur le champ de gravitation à l'intérieur d'une sphère creuse en rotation dans la théorie de la Relativité.**

HYDRODYNAMIQUE. — *R. Mazet* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la naissance des jets liquides.**

NAVIGATION. — *F.-E. Fournier.* — **Effets utiles ou nuisibles à la vitesse des navires de leur houle satellite.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Robert Lévi* (prés. par M. Hadamard). — **Théorie de l'action universelle et discontinue.**

— *Sauger.* — **Extensions énergétiques du potentiel newtonien.**

MÉCANIQUE. — *H. Beghin* et *P. Monfraix* (prés. par M. E. Fichot). — **Réalisation d'un compas gyrostatique zénithal amorti.**

Le compas réalisé par les auteurs est destiné à conserver la verticale à bord d'un navire ou d'un aéronef en mouvement. Il se compose, en principe, d'un gyrostat suspendu en un point de son axe qui est vertical dans la position d'équilibre apparent. Le gyrostat est entretenu électriquement; c'est le rotor d'un moteur asynchrone tournant à la vitesse de 20.000 tours par minute.

Les expériences faites à bord d'un bâtiment, par mauvais temps, ont montré que le roulis et le tangage sont sans influence sensible; les évolutions donnent des déviations de faible amplitude, sauf, dans le cas d'une giration du bâtiment, dans le même sens et avec la même vitesse angulaire que la précession propre du gyropendule; les déviations sont alors plus importantes, mais dans tous les cas, le compas se retrouve toujours dans sa position d'équilibre, trois minutes au maximum après la fin de l'évolution.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *R. Swyngedauw* (prés. par G. Kœnigs). — **Sur le glissement des courroies.**

Le glissement de la courroie sur la poulie, au point critique d'adhérence P, est égal au quotient $\frac{V - V_0}{V_0}$ de la différence $V - V_0$ des vitesses de courroie au point P quand on passe de la marche à vide à la marche en charge, par la vitesse à vide V_0. Si N' désigne le nombre de tours par minute de la roue C roulant sur la courroie au point P dans la marche à vide et n le nombre de tours dont N'

Digitized by Google

augmente dans la marche en charge, $\frac{n'}{N'}\,10^4$ représente le glissement de la courroie au point P exprimé en dix-millièmes; il est positif ou négatif suivant que le nombre des tours en charge est supérieur ou inférieur à ce nombre.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *J. F. Saffy* (prés. par M. A. Le Chatelier). — **Influence d'un séjour prolongé au rouge sur la résilience de quelques métaux pour soupapes d'échappement.**

L'acier au chrome-silicium (Cr, 13, 85; Si, 0, 14) conserve sa résilience initiale après un chauffage prolongé à 600°; par contre, le chauffage à 850° affaibli rapidement cette caractéristique à un taux dangereusement bas.

Les aciers au chrome-silicium (Cr, 7,64; Si, 3,22 et Cr, 12,32; Si, 2,17) voient dès que la température de chauffage prolongé atteint 600°, leur résilience diminuer d'une façon considérable; ils sont à ce point de vue nettement inférieurs à l'acier précédent.

L'acier chrome-nickel (Cr, 11,02; Ni, 35,84) conserve quelle que soit la durée des essais, et notamment dans les conditions de température les plus sévères, une résilience remarquable et pratiquement constante.

GÉODÉSIE. — *Georges Perrier.* — **La triangulation régulière du Maroc.**

Les opérations exécutées en quatre campagnes se résument ainsi :

1° Deux bases mesurées, l'une près de Ber Rechid, l'autre près d'Agouraï au sud de Meknès. Trois bases reconnues près de Marrakech, de Guercif et à Sidi Bou Rziguine.

2° Deux stations astronomiques de latitude, azimut et longitude : au terme nord de la base d'Agouraï et à Merchich, près de Ber Rechid.

3° Trois chaines de premier ordre primordial reconnues et signaux construits.

4° Un tronçon du Parallèle de Meknès complètement terminé, celui compris entre Meknès et Casablanca.

5° Une triangulation de premier ordre complémentaire reconnue et signaux construits.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Guillet* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la valeur de la constante de temps la plus favorable à l'entretien électrique direct d'un mouvement oscillatoire.**

L'auteur établit sa démonstration à l'aide d'équations.

— *L. Cagniard* (prés. par M. Cotton). — **Variation de la constante diélectrique du benzène.**

A température constante, la constante diélectrique ε croît linéairement avec la pression p. Les points expérimentaux se placent parfaitement sur une droite dont le coefficient angulaire donne $\frac{d\varepsilon}{dp}$ *au* centième près.

Les mesures de $\frac{d\varepsilon}{dp}$ à différentes températures ont donné :

A 23°8	$1{,}42.10^{-10}$	A 9°6	$1{,}31.10^{-10}$
A 19°0	$1{,}38.10^{-10}$	A 1°4	$1{,}25.10^{-10}$

la pression p étant exprimée en baryes.

OPTIQUE. — *G. Gamow* (prés. par M. N. de Broglie). — **Sur la théorie des ondes de phases de M. L. de Broglie.**

M. de Broglie a démontré qu'à chaque mobile se mouvant avec la vitesse βc, on peut attribuer deux fréquences dont la première est attribuée à l'onde de phase se mouvant avec la vitesse $\frac{c}{\beta}$ tandis que la seconde dépend d'un certain processus intérieur inconnu dont l'étude fait l'objet de la présente note. L'auteur s'appuyant sur la formule de M. A. Schuster montre que la fréquence pour les ondes des phases coïncide avec la fréquence intérieure signalée par M. de Broglie.

SPECTROSCOPIE. — *C. Mihul* (prés. par M. Cotton), — **Sur la structure du spectre de deuxième ordre de l'oxygène OII.**

En faisant le relevé du spectre de OII, l'auteur a trouvé quatre groupes de combinaisons des termes quadruples avec des termes que leurs quantiques internes conduisent à désigner par les symboles X_1, X_2, Y_1, Y_3. Ces groupes de combinaisons sont donnés dans un tableau.

RADIOACTIVITÉ. — *D. K. Yovanovitch* et *Al. Proca* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les rayons β lents du mésothérium-2.**

L'énergie des rayons β du mésothorium—2, actuellement connus ne descend pas au-dessous de 38.000 volts. L'auteur a cherché à compléter ces résultats en poussant l'investigation du côté des petites vitesses. Les résultats obtenus, qui s'étendent jusqu'à 2.900 volts environ, sont exposés dans un tableau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Maurice Lecat* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur l'azéotropisme, particulièrement des systèmes binaires à constituants chimiquement voisins.**

L'exposé de l'auteur est donné à l'aide d'un tableau.

— *E.-M. Ostroga* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur les aciers au chrome et au cobalt.**

Au point de vue de l'influence de la température de chauffage et de la vitesse de refroidissement sur la constitution des alliages, les aciers au chrome et au cobalt montrent une sensibilité au moins égale, sinon supérieure, à celle des aciers chrome-nickel et des aciers à coupe rapide.

Au revenu, après chauffage préalable à une température peu supérieure au point critique, suivi d'un refroidissement lent, l'anomalie très nette vers 700° que présentent les aciers étudiés, semble indiquer une transformation austénite-troostite que l'on retrouve plus accusée encore au chauffage du métal complètement hypertrempé.

La faculté de prendre facilement l'hypertrempe par refroidissement à l'air, associée à la difficulté avec laquelle se produit la décomposition de l'état stable à chaud, ainsi obtenu, désignent spécialement les aciers au chrome et au cobalt pour l'étude des modalités différentes des aciers trempés à l'échauffement ainsi que pour celle des phénomènes de trempes secondaires.

— *J. Cournot* et *R. Pages* (prés. par M. Léon Guillet). — **Essais de viscosité sur le cuivre et ses alliages.**

Les alliages essayés sont : Cu pur, laiton Cu = 80, Zn = 20, laiton Cu = 67, Zn = 33, laiton Cu = 60, Zn = 40 sans Pb, laiton = 60, Zn = 40 Pb = 0,8, cupro-aluminium Cu = 90 Al = 10. Les essais ont été faits à plusieurs températures. Si l'on trace les courbes de limites de viscosités en fonction de la température, on obtient les mêmes allures de variations que pour les aciers, sauf toutefois pour le cuivre qui donne un abaissement sensiblement rectiligne quand la température s'élève. Ces courbes sont toujours notablement au-dessous de celles des charges de rupture usuelles. Dans les laitons, les charges limites de viscosité sont, à température égale, plus fortes pour le 67-33 que pour le 60-40, ce dernier avec plomb présentant les valeurs les plus faibles.

Pour le cupro-aluminium, une anomalie de la courbe de viscosité correspond au passage de l'eutectoïde.

Digitized by Google

CHIMIE ANALYTIQUE. — *E. Tassilly* et *R. Savoire* (prés. par. Ch. Moureu). — **Sur le dosage spectrophotométrique des nitrites et des nitrates par le sulfate de diphénylamine.**

Le réactif a été constitué par 0 gr. 20 de diphénylamine, purifiée par cristallisations répétées dans l'alcool, en solution dans un litre SO^4H^2 pur à 66° B. Les conditions expérimentales dans lesquelles se sont placés les auteurs, les conduisent à admettre que le sulfate de diphénylamine donne avec les nitrites une réaction régulière permettant son dosage, la coloration et par suite l'absorption étant, dans les limites indiquées, proportionnelles à la concentration, mais qu'il n'en est pas de même pour les nitrates qui n'obéissent pas à cette loi de proportionnalité.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Charles Moureu, Charles Dufraisse* et *Marius Badoche.* — **Autoxydation et action antioxygène (XX). — Actions catalytiques d'une nouvelle série de composés azotés. Observations générales sur les composés azotés.**

Cette nouvelle note est consacrée en premier lieu, à l'exposé des résultats donnés par 37 substances étudiées au point de vue des propriétés catalytiques.

Les auteurs font remarquer que les matières colorantes ne peuvent pas être considérées comme des substances mortes: ce sont des catalyseurs, et elles peuvent, par leurs groupements azotés fonctionner comme anti-oxygènes ou comme pro-oxygènes, et, par suite, exercer sur les tissus, par exemple, les actions protectrices ou destructrices, suivant qu'elles contrarieront ou, au contraire, qu'elles favoriseront, l'action de l'oxygène de l'air.

La catalyse d'autoxydation en présence de corps azotés doit attirer particulièrement l'attention du biologiste, puisque toutes les oxydations par l'oxygène libre chez les êtres vivants ont lieu, en fait, en présence de matières azotées.

CHIMIE ORGANIQUE — *Jean Baptiste Senderens* et *Jean Aboulenc.* — **Etherification des alcools hydroaromatiques.**

Le cyclohexanol, additionné de 2 p. 100 en volume d'acide sulfurique concentré, est chauffé à 120-122° : il reste dans le ballon du cyclohexanol avec, environ, 10 p. 100 de cyclohexène, bouillant à 82-83°. A 130° la proportion du cyclohexène s'élève à 70 p. 100 qui distillent. Il reste un liquide bouillant à 240° constitué par le dicyclohexène. Dans aucun cas il ne se forme de l'oxyde de cyclohexyle.

En partant d'un mélange à volumes égaux de cyclohexanol et d'alcool benzilique, on a obtenu l'oxyde cyclohexyl-benzylique et l'oxyde de benzyle.

En remplaçant le cyclohexanol par les métaméthyl-paraméthyl—, diméthylcyclohexanol et par le menthol, on a obtenu avec l'alcool benzylique, les oxydes mixtes correspondants qui ne paraissent pas avoir été décrits.

— *J. A. Le Bel* (prés. par M. Charles Moureu). — **Stéréochimie des dérivés éthyléniques.**

Au sujet d'une Note de MM. Dufraisse et Gillet (*C. R.* 183, 1926, p. 746) sur les dérivés de l'éthylène de la forme CHM = CM'M'',MM. l'auteur rappelle qu'il a montré que les attractions ou répulsions réciproques des quatre hydrogènes ou des radicaux qui les remplacent peuvent suffire à maintenir la fixité de leurs positions relatives, c'est-à-dire l'équilibre intérieur de la molécule. Il en résulte que suivant que ces radicaux sont plus ou moins volumineux l'équilibre peut être attractif ou répulsif: il doit même arriver pour certains dérivés que les deux genres d'équilibre soient réalisés, et alors l'équilibre attractif fournira deux isomères et le répulsif un troisième. Le corps étudié par MM. Dufraisse et Gillet fournit une vérification des idées théoriques de l'auteur.

— *Lespieau* et *Deluchat* (prés. par M. Moureu). — **Sur l'octadiine 1,7.**

En faisant agir le butène-1 dibromé en 2 et 4 sur le magnésium en présence d'éther les auteur ont pu préparer le bromure $C^8H^{12}Br^2$ qui attaqué par la potasse alcoolique en excès a conduit au carbure C^8H^{10}, objet de ce travail. C'est un liquide bouillant à 135-136° sous la pression ordinaire, cristallisant quand on refroidit le tube qui le contient par immersion dans l'ammoniaque liquide. Il a à 21° pour densité 0.8169 et pour indice 1.453 d'où une réfraction moléculaire 35,07 (théorie : 35,14). On y a trouvé 89,58 p. 100 de carbone et 9,68 d'hydrogène.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Les marbres de Sarrancolin et de Saint-Béat dans les Pyrénées centrales.**

Depuis Argelès jusqu'à Saint-Béat, les calcaires marmoréens ou bréchiques à *Caprina adversa* se présentent toujours dans les mêmes conditions à la limite des terrains secondaires et du permo-trias; il faut les considérer comme représentant à très peu près le rivage Cénomanien.

— *E. Raguin* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la présence, au nord-est de la Vanoise, de schistes assimilables à ceux du Flysch tertiaire.**

A cause de l'analogie frappante de la succession et malgré l'absence de fossiles déterminables avec précision, l'auteur pense que les schistes supérieurs du Vallon du Paquier sont une équivalent du *Flysch* nummulitique briançonnais. Toutefois le métamorphisme est ici plus avancé.

— *Octave Mengel* (prés. par M. Pierre Termier). — **Vraisemblance d'une analogie entre le bord alpino-dinarique et le bord pyrénéo-ibérique. Communauté d'origine des lacs alpins et des anciens lacs pyrénéens.**

C'est entre Bord pyrénéo-ibérique et le synclinat Merens-Villefranche qu'il faut situer le lieu des racines des nappes des Pyrénées septentrionales. C'est dans des mouvements pléistocènes, caractérisés par des cônes de déjections, qu'il faut chercher la raison principale du barrage des vallées glaciaires alpines, d'où formation de lacs; même phénomène s'est produit dans les Pyrénées, mais avant la dernière glaciation dont les dépôts sont encore horizontaux.

— *L. Picard* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le Cénomanien du Carmel (Sud-est d'Haïfa).**

La pente nord-est du Carmel est formée à la base par un escarpement élevé de dolomie brun ou brun-gris, très peu fossilifère, avec des intercalations de bancs plus clairs et plus calcaires. La couche supérieure de cette dolomie appartient déjà au Cénomanien. Au-dessus et jusqu'au sommet du Carmel, on rencontre une série des calcaires tantôt marneux, tantôt cristallins ou à silex, qui se présentent en pente douce sur l'escarpement abrupte de la dolomie.

ALGOLOGIE. — *Camille Sauvageau.* — **Sur le développement du *Colpomenia sinuosa* Derb. et Sol.**

Les embryospores, en germant fournissent un filament composé de cellules allongées renfermant chacune, comme celles de la plante adulte, un chromatophore accompagné d'un pyrénoïde très net. Un filament engendre un ou plusieurs glomérules suivant le nombre de ses cellules cloisonnes; il a donc tout à fait le caractère d'un protonéma.

En aucun cas, l'auteur n'a vu le protonéma se ramifier pour constituer un stroma; il n'y a donc point de parenté entre le *Colpomenia* et le *Cœpidium.*

MÉDECINE. — *A. Calmette, J. Valtis* et *M. Lacomme.* — **Sur la transmission intra-utérine du virus tuberculeux de la mère à l'enfant.**

Au cours de certaines infections tuberculeuses graves, le passage du virus tuberculeux de la mère au fœtus, pen-

Digitized by Google

dant la gestation, peut se produire moins exceptionnellement qu'on ne l'avait cru jusqu'ici.

L'infection tuberculeuse transplacentaire est le plus souvent réalisée par des éléments invisibles au microscope, filtrables à travers les bougies de porcelaine poreuse, pathogènes pour le cobaye, et que les auteurs désignent sous le nom d'*ultravirus tuberculeux*.

— *L. Ambard* et *F. Schmid* (prés. par M. Widal). — **Traitement des syncopes respiratoires par l'inhalation d'acide carbonique.**

Les auteurs montrent que l'inhalation d'oxygène-acide carbonique, ou plus simplement encore d'air-acide carbonique, peut servir dans le traitement des syncopes respiratoires d'ordres variés.

BOTANIQUE. — *Henri Coupin* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur le rôle des péricarpes charnus.**

Le péricarpe a pour effet, sinon pour rôle, d'emmagasiner la chaleur ambiante et de la conserver pendant un certain nombre d'heures, ce qui ne peut qu'être utile à la maturité des graines qui, de la sorte, se trouvent placées dans une véritable serre chaude.

CRYPTOGAMIE. — *E. Chemin* (prés. par M. L. Mangin). — **Une nouvelle espèce de *Colaconema* sur *Asparagopsis hamifera* Okam.**

Cette nouvelle espèce, pour laquelle l'auteur propose le nom de *Colaconema Asparagopsis*, se présente sous la forme de filaments rouges inclus dans la membrane externe d'*Asparagopsis hamifera*. Les article, à 6-8 μ de diamètre, 3 à 4 fois plus long que larges, bourgeonnent latéralement. Monosporanges terminaux, isolés, de 12 μ de diamètre avec, parfois, une cellule en coupe à la base.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Papavéracées. Développement du proembryon chez le *Papaver Rhœas L.***

Les lois qui président au développement du proembryon chez le *P. Rhœas* sont semblables à celles déjà observées chez les *Nicotiana*. Dans les deux cas, les éléments du proembryon tetra-, hexa-, dodécacellulaire prennent naissance de manière identique et se disposent pareillement. La cellule apicale paraît néanmoins entrer en division, après la cellule basale et deux histogènes internes ,au niveau de l'étage *l'* se séparent généralement selon un mode qui constitue un caractère tout nouveau et bien particulier du pro-embryon du Coquelicot.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *E. Chemin* et *R. Legendre* (prés. par M. Molliard). — **Observations sur l'existence de l'iode libre chez *Falkenbergia Doubletii* Sauv.**

Les exemples du *Falkenbergia Doubletii* étudiés par les auteurs ne dégagent pas d'iode; libre l'iode n'y est pas non plus à l'état d'iodures puisqu'il est déplacé par un acide aussi faible que l'acie carbonique. Il faut donc admettre qu'il est à l'état de composé labile, d'où il se libère par une acidification, même légère, telle que peuvent le provoquer certains papiers d'herbiers ou un courant de gaz carbonique. Les jeunes cellules des extrémités des rameaux, bien que déjà pourvues d'un ioduque, ne renferment pas encore ce composé iodé labile.

— *O. Munerati* (prés. par M. Molliard). — **Observations sur la montée à graine de la Betterave la première année.**

Il résulte des expériences de l'auteur qu'il est possible de vérifier en plein hiver si un type de graine de betterave à une tendance exagérée à donner des sujets montant à graine la première année en culture ordinaire. Il reste à vérifier s'il est possible d'utiliser ces observations dans le domaine de la pratique.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **L'hérédité intermittente chez le Topinambour.**

Les résultats exposés dans cette Note montrent l'existence d'un mode particulier d'hérédité acquise chez le Topinambour greffé, coexistant avec l'*hérédité continue* et l'*hérédité transitoire*. Dans ce cas, elle se manifeste à la suite de périodes de latence chez les exemplaires propagés par multiplication végétative. On peut lui donner le nom d'*hérédité intermittente*. On doit remarquer que les conditions de milieu (sécheresse et greffage) ont agi, comme en 1921, en concordance, et que les témoins, provenant de la variété primitive n'ayant subi aucun greffage, ne possédaient ni graines ni tubercules aériens.

— *Adrien Davy de Virville* (prés. par M. M. Molliard). — **Influence de la submersion sur le mode de développement d'une Mousse : *Aulacomnium androgynum* Schw.**

Le milieu aquatique est nettement favorable au développement du protonéma, puisque, chez cette espèce, on obtient ainsi la germination, sur place, des propagules, ce qui ne se produit jamais dans la nature. La formation de nouvelles tiges feuillées sur le protonéma, dans l'eau, montre suffisamment que le milieu aquatique, tout à fait anormal pour cette espèce plutôt xérophile, n'en est pas moins favorable à son développement et même à son extension.

PHYSIOLOGIE. — *J. Dubar* et *G. Thieulin* (prés. par M. E. Leclainche). — **Essai de détermination de la réfraction statique de l'œil du chien et du chat.**

Il semble bien que la réfraction normale de l'œil du chien et du chat soit l'emmétropie, d'autant que, comme pour les autres animaux domestiques, on peut pratiquement la considérer comme telle dès qu'elle est voisine de l'emmétropie exacte : la rétine du chien ne paraît pas constituée de manière à pouvoir utiliser la netteté d'image donnée par une réfraction très précise, tandis que celle du chat, déjà plus perfectionnée, reçoit sans doute des images meilleures d'un système optique plus régulier.

ZOOLOGIE. — *Mme Marguerite Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur un mode de reproduction asexuée chez un Hydraire de la famille des *Tubularidæ*.**

La chute de l'hydranthe est connue depuis longtemps chez les Tubulaires. Pour Dalyell et Allmann, l'hydranthe, détaché est un hydrante dont les gonophores sont mûrs, et qui est fatalement appelé à dégénérer. Le phénomène semble à Mme Lwoff indépendant de toute reproduction sexuée. Il paraît constituer le mode de reproduction asexuée, sinon unique, du moins prépondérant, chez le *Tubularia* étudié par elle.

BIOLOGIE. — *Louis Roule* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les déplacements du Thon rouge (*Orcynus thynnus* L. ou *Thunnus thynnus* L.) dans le bassin occidental de la Méditerranée.**

Les apparitions et les disparitions périodiques du Thon rouge dans ce bassin sont dues à des déplacements intrinsèques liés à l'accomplissement des fonctions reproductrices. A l'époque de leur maturation sexuelle, les Thons recherchent, dans ce bassin, les eaux dont la température est la plus élevée, et se rendent vers elles, pour y séjourner jusqu'après la ponte accomplie. Ensuite, à dater de la fin de juin et du début de juillet, ils se dispersent à nouveau dans le bassin entier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lutz* (prés. par M. Guignard). — **Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes : actions antioxygènes simples.**

L'auteur a adapté aux oxydations diastasiques des Hyménomycètes la technique suivie par Délépine, Moureu et

Digitized by Google

Dufraisse, en réduisant au 1/10000 au plus la concentration des antioxygènes, pour ne pas dépasser leur seuil de nocivité vis-à-vis des mycéliums. Les substances oxydables choisies sont le gaïacol, le naphtol α, la paraphénylènediamine et la naphtylamine α.

Un tube de chaque catégorie a été utilisé comme témoin; trois autres ont été additionnés respectivement de 1 goutte de solution à 1 pour 100 d'iode, d'iodure de sodium ou d'hydroquinone.

Quatre séries semblables ont été préparées et ensemencées avec *Stereum hirsutum*, *S. purpureum*, *Polyporus versicolor et Pleurotus Eryngii*. Dans tous les cas un retard très net s'est manifesté dans l'apparition des réactions colorées.

MICROBIOLOGIE AGRICOLE. — *V. Oméliansky* et *Mlle M. Kononoff* (prés. par M. S. Winogradsky). — **Sur une méthode de culture du bacille du rouissage du lin.**

Cette méthode se caractérise : 1° par le chauffage de la paille du lin à 115° pendant 15 minutes; 2° par l'association d'un bacille aérobie dépourvu de spores. Le *Bac. fluorescens liquefaciens* assure la pullulation du fixateur anaérobie, le *Clostridium Pastorianum*, dans une couche de liquide peu profonde, en formant à la surface un voile coupant la pénétration de l'oxygène. Plusieurs autres aérobies peuvent également être employés.

La méthode s'est montrée également bien applicable à tous les échantillons de lin.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *N. Bezssonoff* (prés. par M. E. Roux). — **Sur le véritable régime spécifique du scorbut expérimental.**

22 pour 100 des cobayes témoins soumis au régime Chick et Hume survivent au 40e, et 7 pour 100 au 50e jour.

Les travaux de ces dernières années, basés sur l'emploi de ce régime, avec épreuves au-dessous de 55 jours sans témoins et sur des lots très réduits, doivent être revisés. Le lait chauffé contient une dose appréciable en vitamine C, ce qui détermine la grande diversité de son action sur les cobayes. Le nouveau régime avoine-jaune d'œuf frais permet un dosage, sur cobaye, précis et comparativement rapide de la vitamine C. L'opinion de Gabriel Bertrand sur l'existence de mutations physiologiques, par rapport à l'avitaminose, est confirmée. Ces manifestations sont facilitées par la présence de petites quantités de vitamine.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Louis Joubin, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, est désigné pour représenter l'Académie au *Xe Congrès national des Pêches et Industries maritimes*, à Alger, en avril 1927.

M. Cotton, Professeur à la Faculté des Sciences, est désigné pour représenter l'Académie dans la Commission administrative du Laboratoire central d'Electricité.

— *Acceptation de legs.* — Par décret en date du 16 novembre 1926, l'Institut de France est autorisé à accepter le legs qui lui a été consenti par Mme Barbe-Elisa Marchand, veuve de M. Nicolas-Albert Marquet, d'une somme de 100.000 fr. dont les arrérages devront servir à récompenser, chaque année, la découverte scientifique la plus méritante. Ce legs portera le nom de fondation Marquet.

Académie de Médecine. — M. Denigés, Professeur de chimie biologique et médicale à la Faculté de Médecine de Bordeaux et M. Témoin, chirurgien à Bourges, sont élus associés nationaux.

Académie des Sciences coloniales. — L'Académie a reporté au 15 avril 1927 la date extrême assignée à la remise des mémoires pour le concours, doté d'un prix de 12.000 francs, relatif à l'aménagement du Sahara. Les concurrents qui ont déjà déposé leurs mémoires peuvent, s'ils désirent revoir leur travail, les retirer provisoirement, à la condition expresse que ceux qu'ils renverront seront inscrits sous une nouvelle devise.

Prix Lasserre. — Par arrêté du Ministre de l'Instruction publique, en date du 25 novembre, le prix scientifique de la fondation Lasserre est attribué, pour 1926, à M. Gonnessiat, directeur de l'Observatoire d'Alger. (*J. O.*)

Conseil supérieur d'Hygiène publique de France. — Une place d'auditeur est déclarée vacante dans la catégorie des fonctionnaires sanitaires, en remplacement de M. E. Schnerb, décédé.

Les candidats devront, avant le 20 décembre 1926, produire leur demande, accompagnée d'un exposé de leurs titres, au Ministère du Travail, direction de l'assistance et de l'hygiène publiques, 5e bureau, 7, rue Cambacérès.

Société française de Photographie. — M. E. Cousin ouvrira son Cours public de Photographie, le lundi 10 janvier 1927 à 21 heures, et le continuera les lundis suivants à la même heure dans l'Hôtel de la Société, 51, rue de Clichy.

Le cours comprend vingt leçons.

Centenaire de Laënnec. — Le centenaire de la mort de Laënnec sera célébré à Paris, les 13, 14 et 15 décembre 1926. Les cérémonies seront suivies d'une excursion à Nantes et à Quimper, sous la direction du Dr Mirallié, directeur de l'Ecole de Médecine de Nantes.

Le comité d'organisation est présidé par le Professeur Chauffard. Le Professeur Roussy en est le secrétaire général et le Professeur Laignel-Lavastine, le secrétaire général adjoint.

Observatoire de Marseille. — Le Recteur de l'Académie d'Aix a été autorisé à accepter, au nom de cet établissement la donation faite par M. D.-J.-B. Cauvet d'un terrain, situé à Marseille, qui devra être affecté, à l'exclusion de toute autre destination, aux Services de l'Observatoire de Marseille. (*J. O.*). L. F.

Vue scientifique et universitaire

Enseignement supérieur. — Nul ne pourra désormais obtenir le bénéfice d'aucune des mesures spéciales et provisoires édictées pendant et après la guerre à l'égard des aspirants aux grades et titres de l'enseignement supérieur, qui ont été mobilisés ou ont été retenus dans les régions envahies. Ces mesures cessent définitivement d'être en vigueur.

Toutefois, ces dispositions ne sont pas applicables aux grands blessés de la guerre qui auront été, jusqu'au moment de leur demande, dans l'impossibilité absolue d'entreprendre ou de poursuivre des études en vue de l'obtention desdits grades et titres, exclusivement pour des raisons de rééducation ou de séjour dans les hôpitaux.

Le bénéfice des facilités d'étude déjà accordées par décisions ministérielles individuelles reste acquis aux intressés.

Il n'est pas, non plus, dérogé aux dispositions du décret du 20 février 1925. (*J. O.*).

Digitized by Google

Université de Paris. — *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences ont été soutenues à la Sorbonne :

27 novembre. — M. Vaché : « *Contribution à l'étude de la dissolution de l'aluminium et de ses alliages dans les acides.*

29 novembre. — M. Vayssières : « *Contribution à l'étude biologique et systématique des coccidies.* »

2 décembre. — M. Roussel : « *Recherches sur le calcul des variations.*

Muséum National d'Histoire naturelle. — *Cours d'hiver :*

Physique appliquée a l'histoire naturelle. — M Jean Becquerel, Professeur. — Radiations corpusculaires. Phénomènes radioactifs et leur rôle dans la nature. *Les lundis, mercredis et vendredis à 17 heures.*

Botanique (Organographie et Physiologie végétales). — M. Costantin, Professeur. — 1° Biologie générale, cellule. Théories de l'évolution. Action de milieu. Lianes épiphytes. Mulation; 2° Etudes des flores secondaires. *Les mercredis et samedis à 14 heures.*

Manipulations aux Laboratoires, *les vendredis.*

Botanique (Classification et familles naturelles des cryptogames). — M. Mangin, Professeur. — Etude des Champignons, particulièrement des champignons parasites (fin). *Les lundis et mercredis à 9 h. 30.*

Vers et crustacés. — M. Gravier, Professeur. — 1° Les Copépodes libres, leurs caractères généraux. Principales familles; 2° Les Rotifères : Traits généraux de leur organisation. *Les mardis et samedis à 10 heures.*

Malacologie. — M. Joubin, Professeur. — Questions relatives aux Invertébrés. *Les mardis, jeudis et samedis à 10 heures.*

Entomologie. — M. Bouvier, Professeur. — Etudes d'un ordre d'insectes. *Les mardis et samedis à 14 h. 30.* Le Laboratoire est ouvert aux élèves les *jeudis après midi.*

Reptiles, Batraciens et Poissons. — M. L. Roule, Professeur. — 1° Les formes et les attitudes des Poissons; 2° La pêche et la pisciculture considérées dans leurs bases biologiques. Pour la première partie : *Les mercredis et vendredis à 15 heures.* Pour la deuxième partie, l'indication des jours et heures sera donnée ultérieurement.

Géologie. — M. Paul Lemoine, Professeur. — L'Histoire de la Terre. Ve. Epoques néogène et quaternaire. *Le samedi à 17 heures.* 2° Phénomènes géologiques sur les continents (Vents, glaciers, pluies, rivières, etc.). *Les jeudis à 17 heures.*

Cours d'été :

Chimie appliquée aux corps organique. — M. N., Professeur.

Minéralogie. — M. A. Lacroix, Professeur. — Filons concrétionné et application des méthodes métallographiques à l'examen de leurs minerais. *Les mardis et samedis à 17 heures.*

Physiologie générale et comparée. — M. Tissot, Professeur. — Evolution de la matière organique et son organisation progressive chez les animaux et les végétaux : la nature des organismes végétaux et animaux, les phénomènes qui y entretiennent la vie et assurent leur reproduction ou leur multiplication. *Les mardis à 15 heures et les jeudis à 10 heures.*

Paléontologie. — M. Boule, Professeur. — La Paléontologie humaine. *Les lundis, mercredis et vendredis à 15 heures.*

Botanique (Classification et Familles naturelles des Phanérogames). — M. H. Lecomte, Professeur. — Caractères et classification de Dicotylédones. *Les mercredis et samedis à 10 heures.*

Physique végétale. — M. Bridel, Professeur. L'emploi systématique des ferments dans les recherches sur les fonctions de nutrition chez les végétaux. *Les mercredis et vendredis à 17 h. 15.*

Mammifères et Oiseaux. — M. N., Professeur.

Anatomie comparée. — M. Anthony, Professeur. — 1° Anatomie comparée du cerveau (suite) : Structure. Voies de conduction et Systématisation de Néopalleum des Mammifères. Les noyaux gris centraux du Télencéphale; 2° Exposé du résultat des recherches récemment faites au Laboratoire sur l'Anatomie des cavités nasales des Mammifères (suite). *Les lundis et vendredis à 10 h.*

Anthropologie. — M. Verneau, Professeur. — Etude des Races des Colonies françaises et des pays de Protectorat. *Les mardis et samedis à 15 heures.*

Culture. — M. Bois. — Les plantes à épices et les plantes à boissons aromatiques. *Les mardis et vendredis à 10 heures.*

Pêches et productions coloniales d'origine animale. — M. A. Gruvel, Professeur. — La Pêche dans les Temps préhistoriques et dans l'Antiquité. Comparaisons des méthodes et engins à ces époques avec ceux actuellement en usage chez les peuples primitifs, en particulier ceux des Colonies françaises. Pêcheurs. Embarcations et engins. Préparation et conservation des produits. Consommation. Commerce. *Les lundis et jeudis à 17 h. 15.*

Dessin appliqué a l'Histoire naturelle. — M Mérite. Animaux.

M. Hissard. — Plantes.

Des affiches spéciales font connaître les dates d'ouvertures de chacun des Cours, ainsi que celles des excursions à la campagne.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — A partir du 1er janvier 1927, le prix de l'enseignement, y compris les frais de manipulations, est uniformément fixé à 4.000 francs par an pour chaque année d'étude.

A titre transitoire, les sommes dues par les élèves, actuellement à l'Ecole, pour les frais d'enseignement sont fixées à 3.500 francs.

A partir de l'année 1927, un droit de concours de 250 francs sera perçu au moment de l'inscription des candidats à chacune des deux parties de ce concours. Il sera perçu pour le Concours de sortie des études de troisième année un droit de 300 francs.

Les licenciés entrant directement en deuxième année devront payer, avant leur entrée à l'Ecole, une somme de 500 francs représentant les frais occasionnés par les examens qu'ils ont à subir.

Conservatoire National des Arts et Métiers. — Cours pour l'année scolaire 1926-1927 :

Mathématiques appliquées. — M. R. Bricard, Professeur. — Compléments d'algèbre et compléments d'analyse. Géométrie analytique et Géométrie descriptive. *Les mercredis et samedis à 21 h. 15.*

Mécanique. — M. Kœnigs, Professeur. — Notions de statique théorique. Applications des méthodes graphiques en statique. Applications aux conditions d'équilibre de quelques machines. *Les mardis et vendredis à 21 h. 15.*

Machines. — M. E. Sauvage, Professeur. — Chaudières à vapeur. Locomotives à vapeurs. *Les lundis et jeudis à 21 h. 15.*

Physique générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Lemoine, Professeur. — Mécanique. Statique et

Digitized by Google

dynamique des fluides. Chaleur. Thermodynamique. *Les mardis et vendredis à 20 heures.*

Electricité industrielle. — M. Chaumat, Professeur. — Induction. Grandeurs électriques. Aimantation. Construction des machines dynamo-électriques. Machines génératrices à courant continu. Transport électrique de l'énergie en courant continu. Accumulateurs électriques. *Les lundis et jeudis à 20 heures.*

Métallurgie et travail des métaux. — M. Léon Guillet, Professeur. — Fonderie. Traitements mécaniques. Usinages des produits métallurgiques. *Les mercredis et samedis à 20 heures.*

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Job, Professeur. — Sels métalliques. Principes des réactions métallurgiques. Eléments métalliques et leurs principaux composés. *Les lundis et jeudis à 21 h. 15.*

Chimie agricole et analyse chimique. — M. Th. Schlœsing, Professeur. — Nutrition végétale. Engrais et amendements. *Les mercredis et samedis à 20 heures.* Des exercices pratiques d'analyse sur les matières du cours auront lieu le dimanche matin à partir du mois de janvier.

Chimie industrielle. — M. E. Fleurent, Professeur. — Utilisation des céréales. Industrie sucrière. Industries de fermentation. *Les mardis et vendredis à 20 heures.*

Chimie appliquée aux industries des matières colorantes. — M. A. Wahl, Professeur. — Blanchiment. Teinture. Impression. Apprêts. Le Laboratoire de teinture. *Les lundis et jeudis à 20 heures.*

Chimie appliquée aux industries de la céramique et des chaux et ciments. — M. Granger, Chargé de cours. — Chaux, plâtre et ciments. Matériaux de construction d'ordre céramique. Produits réfractaires. *Les mercredis à 21 h. 15.*

Chimie appliquée aux industries de la verrerie et du chauffage industriel. — M. Damour, Chargé de cours. — A. Dix leçons de Verrerie (1re année du cycle triennal. — B. Dix leçons de chauffage industriel (2e années du cycle triennal. *Les samedis à 21 h. 15.*

Constructions civiles. — M. Mesnager, Professeur. — Matériaux employés dans les constructions. *Les lundis et jeudis à 21 h. 15.*

Filature et tissage. — M. J. Dantzer, Professeur. — Opérations préparatoires du tissage. Tissage mécanique. Notions générales sur les matières textiles. Transformations des matières textiles. Filature du lin, du coton, de la laine et de la soie. Aperçus sur la fabrication des fils de papier. *Les mercredis et samedis à 20 heures.*

Arts appliqués aux métiers. — M. Magne, Professeur. — Valeurs et couleurs. Lois tirées de la nature. Techniques anciennes et modernes. Décors du livre et des tentures; décor de revêtement fixe. Décor translucide. *Les mardis et vendredis à 21 h. 15.*

Agriculture et productions agricoles dans leurs rapports avec l'industrie. — M. Heim de Balsac, Professeur. — I. Phytotechnie générale. Zootechnie générale. II. Culture des plantes, (y compris les plantes coloniales). Production de la viande et du lait. *Les mardis et vendredis à 20 heures.*

Etudes pratiques au Laboratoire. Visites agronomiques Conférences de Biologie agricole.

Economie politique. — M. Simiand, Professeur. — De la production à la répartition. La répartition des richesses ou bien économiques. Fonctionnement global de la vie économique. *Les lundis et jeudis à 20 heures.*

Economie industrielle et statistique. — M. A. Liesse, Professeur. — Circulation des richesses : l'échange, conditions matérielles des échanges. *Les mardis et vendredis à 21 h. 15.*

Organisation du travail et associations ouvrières. — M. Marc Auguy, Professeur. — Généralités. Le milieu industriel et commercial moderne. Histoire du travail. Régime actuel et problèmes de la rénovation du travail. *Les lundis et jeudis à 21 h. 15.*

Hygiène et Physiologie du travail. — M. Pottevin. — Hygiène individuelle. Maladies contagieuses. Hygiène de l'habitation. Hygiène publique. *Les mercredis et samedis à 21 h. 15.*

Droit commercial. — M. Percerou. — Les sociétés. Les bourses de commerce. *Les mercredis et samedis à 20 heures.*

Géographie commerciale et industrielle. — M. H. Hauser. — Le Monde économique en 1926. *Les mercredis et samedis à 21 h. 15.*

Navigation aérienne. — M. R. Soreau, Chargé de Cours. — Etude de l'atmosphère. Résistance de l'air. Moteurs. Avions. Ballons dirigeables. *Les lundis à 20 heures.*

— *Travaux pratiques :*

Machines. — M. Sauvage. — *Le mercredi à 14 heures.*

Physique industrielle. — M. Lemoine. — *Le jeudi à 14 heures.*

Métallurgie et Travail des Métaux. — M. Léon Guillet : 1re année, *le vendredi de 14 à 17 heures;* 2e année, *le vendredi de 16 à 19 heures.*

Mécanique. — M. Got : *Le samedi à 14 heures.*

Electricité industrielle. — M. Guilbert : *Le samedi à 14 heures.*

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Job : *Le samedi à 14 heures.*

Chimie appliquée aux industries de la verrerie et du chauffage industriel. — M. Damour : *Le mercredi à 16 heures.* (1re année; Chauffage industriel; 2e année : Verrerie).

Chimie appliquée aux industries de la céramique, des chaux et des ciments. — M. Granger : *Le mercredi à 14 heures.*

Chimie appliquée aux industries des matières colorantes. — M. Wahl : *Le vendredi à 14 heures.*

Filature et tissage. — M. Dantzer : *Le mardi à 14 heures.*

Art appliqué aux métiers. — M. Magne : *Le samedi à 14 heures.*

L'enseignement est complété par l'exécution de projets et devis et la visite d'établissements industriels.

Pour être admis à suivre cet enseignement pratique, les élèves doivent posséder des connaissances scientifiques suffisantes pour le suivre avec fruit. Ces connaissances sont constatées par un examen et par la production de titres et certificats suivant les indications insérées dans une notice qui contient, en outre, des renseignements sur les conditions d'inscription, la rétribution scolaire, et les conditions fixées pour la délivrance des diplômes et certificats.

— *Visites. — Conférences publiques.* — Les Visites-Conférences ont lieu à 10 heures du matin, aux jours indiqués ci-dessous :

Les appareils de fusion des produits métallurgiques. — M. Guillet : *Le 12 décembre 1926.*

Le décor artistique des tissus. — M. Magne. *Le 19 décembre.*

Les appareils de contrôle de la combustion dans les fours. — M. Damour : *Le 16 janvier 1927.*

Digitized by Google

CHAUDIÈRES A VAPEURS. .. M. Sauvage : *Le 23 janvier.*

LES APPAREILS D'ESSAIS DES FILS ET TISSUS. — M. Dantzer : *Le 13 février.*

LES DIFFÉRENTES FORMULES DE TRAVAIL DU VERRE A CHAUD; ÉVOLUTION DE L'INDUSTRIE VERS LES PROCÉDÉS MÉCANIQUES. — M. Damour : *Le 20 février.*

LA CÉRAMIQUE ET LE VERRE DANS LA DÉCORATION ARCHITECTURALE. — M. Magne : *Le 27 février.*

LES LOCOMOTIVES. — M. Sauvage : *Le 6 mars.*

LE PENDULE DE FOUCAULT. — M. Lemoine : *Le 13 mars.*

LES FILS ET TISSUS DU PAPIER. — M. Dantzer : *Le 20 mars.*

LES APPAREILS DE FORGEAGE DES PRODUITS MÉTALLURGIQUES. — M. Guillet : *Le 27 mars.*

LA CÉRAMIQUE DANS L'HABITATION ET LA CONSTRUCTION. — M. Granger : *Le 3 avril.*

LE MATÉRIEL DE LA SUCRERIE ET DES INDUSTRIES DE FERMENTATION. — M. Fleurent : *Le 10 avril.*

Service géographique de l'armée. — L'enseignement public de Géodésie et d'Astronomie de position destiné aux officiers de Service géographique de l'Armée, de la garnison de Paris, aux voyageurs, explorateurs, géomètres, étudiants en science, etc. a commencé le vendredi 3 décembre 1926 à 17 heures. Il est professé 140, rue de Grenelle.

Il comporte deux conférences par semaine de 17 à 18 heures 15, les mardis et vendredis, en principe, et des exercices de calcul, des manipulations d'instruments, des exercices à l'extérieur et des visites d'établissements scientifiques.

En outre, des matières d'un ordre plus élevé en Géodésie feront l'objet de Conférences constituant un Cours complémentaire.

Durée du cours : 14 semaines (du 3 décembre 1922 au 25 mars 1927 environ.

1re et 4e semaine : *Géodésie ;* étude des instruments et des méthodes.

5e à 7e semaine: *Géodésie :* calculs.

8e à 14e semaine : *Astronomie de position :* étude dès instruments et calculs.

Renseignements et programmes sur demande adressée au Chef de la Section de Géodésie, 136 *bis*, rue de Grenelle. Demande d'admission pour tout ou partie du Cours adressée au Directeur du Service Géographique de l'Armée, 136 *bis*, rue de Grenelle.

Ecole coloniale. — Sont nommés membres de la Commission de l'enseignement de l'Ecole :

MM.

Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Le Cesne, Président de la Compagnie française de l'Afrique occidentale.

Perreau, Professeur à la Faculté de droit de Paris.

Sont nommés membres du Conseil de perfectionnement de l'Ecole :

MM. Treney, Professeur honoraire de l'Enseignement secondaire.

Cabaton, ancien membre de l'Ecole française d'Extrême-Orient.

Sont nommés, pour trois ans, membres du Conseil de perfectionement de l'Ecole :

Deloncle, Conseiller d'Etat.

Martineau, Gouverneur honoraire des colonies.

Péan, Avocat général près la Cour de Cassation.

Gout, Ministre plénipotentiaire.

Cornu, Directeur des affaires algériennes au Ministère de l'Intérieur.

Basdevant, Professeur à la Faculté de droit de Paris.

Diehl, Professeur à la Faculté des Lettres de Paris.

Mangin, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle.

Boyer, Administrateur de l'Ecole des langues orientales vivantes.

Saint-Germain, ancien sénateur.

Doumer, Sénateur, ancien Gouverneur général de l'Indochine.

Schrameck, Sénateur, ancien Gouverneur général de Madagascar.

Henry Simon, Député, ancien Ministre des Colonies.

Chailley, ancien Directeur général de l'Union coloniale française.

Bruman, Conseiller d'Etat.

Doubrère, Directeur honoraire de l'Ecole coloniale.

Stanislas Simon, Administrateur-délégué de la Banque de l'Indochine.

Institut national agronomique. — M. Vayssière, Ingénieur agronome, Directeur-adjoint de la Station entomologique de Paris, et M. Maublanc, Ingénieur agronome, chef des Travaux à l'Institut agronomique, ont été nommés attachés phytopathologique à l'Institut national d'Agronomie coloniale, pendant une année.

Université de Lille. — M. Leclercq, agrégé, Chargé de l'enseignement de la Médecine légale à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie est nommé Professeur de Médecine légale et Médecine sociale à ladite Faculté.

Université de Montpellier. — Le Doyen de la Faculté de Médecine a été autorisé à accepter la donation faite par M. le général Faurie et Mme Faurie, donation devant être affectée à la fondation de deux bourses annuelles de 1.500 francs chacune.

Université de Bordeaux. — Le Doyen de la Faculté des Sciences a été autorisé à accepter le legs qui lui a été fait par Mme Blanche Cahen, d'une somme de 10.000 fr. pour achat de matériel au Laboratoire de chimie. L.F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Le Rationnel (Etudes complémentaires à l'essai sur la certitude logique), par GASTON MILHAUD, Professeur à la Sorbonne. Deuxième édition. Librairie Alcan, Paris, 1926. — Prix broché : 10 francs.

Pourvu d'une très forte culture mathématique, le regretté Gaston Milhaud était mieux placé que quiconque pour discuter des fondements, des méthodes et de la portée de la science. C'est ce qui donne un si puissant intérêt à l'ensemble de son œuvre où la précision et la profondeur de la pensée s'allient si heureusement à la clarté et à l'élégance de la forme. On retrouve toutes ces qualités dans son livre « Le rationnel » que la maison Alcan a eu l'heureuse idée de rééditer.

« Les savants modernes montrent une égale ardeur instinctive à perfectionner leur science dans un sens qui se peut définir d'un mot : ils cherchent à transformer ce qui n'était qu'un registre de faits en une connaissance *rationnelle*.

« Qu'est-ce donc que cet élément logique, ce rationnel, dont la science humaine tend à s'imprégner toujours davantage? La distinction de ce rationnel et de ce qui n'était qu'empirique, de l'idée claire, intelligible, et du fait, tel qu'il se présente à la conscience, dans toute sa complexité, se ramène-t-elle finalement à la simple distinction de l'abstrait et du concret? N'y a-t-il qu'une différence de degré dans les procédés de l'esprit depuis la première démarche par laquelle il prend le contact

Digitized by Google

des représentations qui s'offrent à lui, depuis la simple aperception du donné jusqu'aux plus hautes conceptions de la science spéculative? Dans ce travail auquel se livre la pensée a-t-elle une part active qui lui soit personnelle, montre-t-elle quelque spontanéité, ou bien dégage-t-elle passivement d'une réalité qui la domine les notions intelligibles par lesquelles elle la connaîtra? Jusqu'à quel point ce rationnel portera-t-il sa marque? Dans quel sens représentera-t-il les choses qu'il contribue à faire comprendre? Dans quelles limites est-il déterminé par elles? Telles sont les préoccupations qui font l'unité de ce livre. Qu'il s'agisse de quelque chapitre de science rationnelle ou d'un problème historique relatif à l'évolution de la pensée spéculative, ce sont ces questions qui, sous des formes diverses, se trouvent posées à chaque page ».

On ne pouvait mieux définir la matière et l'objet de ce petit livre formé par la réunion d'une série d'études portant sur : les mathématiques et la philosophie; la science rationnelle; la géométrie grecque et la condition du progrès scientifique; le raisonnement géométrique et le syllogisme; la notion de limite en mathématique; la pensée pure et l'intuition. A. Bc.

Précis de microscopie, par le Dr M. Langeron, Chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine. *Quatrième édition*. In-8° de 1034 pages, avec 316 figures. Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 40 francs.

Il y a une dizaine d'années, en rendant compte de la deuxième édition de cet excellent ouvrage, j'avais déploré la place prépondérante qu'occupaient, en technique microscopique, les méthodes, les instruments et les produits d'outre-Rhin et j'avais exprimé l'espoir qu'après la guerre les savants et les industriels français sauraient s'affranchir d'une dépendance aussi regrettable à tant de points de vue. En parcourant cette quatrième édition j'ai pris plaisir à constater qu'en bien des points nous sommes libérés de l'influence allemande.

Plus que jamais le Précis de M. Langeron est un merveilleux instrument du travail et il n'est pas de biologiste qui puisse s'en passer. Histologistes, zoologistes, botanistes, parasitologistes et bactériologistes ont en lui le meilleur des guides et sont reconnaissants à l'auteur d'avoir écrit à leur intention un ouvrage qui les aide si puissamment dans leurs recherches.

M. Langeron s'est toujours efforcé de maintenir son livre au courant des plus récents progrès de la science et de la technique; aussi trouvera-t-on dans cette quatrième édition nombre de nouvelles méthodes dont beaucoup de travaux récents ont montré les avantages.

C'est ainsi qu'on y puisera de nouvelles indications sur l'éclairage du microscope, sur la photomicrographie, sur la détermination et la concentration en ions hydrogène, sur l'emploi des microtomes à congélation. On y puisera également des détails précis sur la culture des amibes pathogènes et d'autres protozoaires, sur de nouvelles techniques coprologiques, les procédés d'élevage des arthropodes, etc... Cette quatrième édition est donc bien le tableau exact de l'état actuel de nos connaissances en micrographie appliquée aux sciences biologiques : au moment d'entreprendre de nouvelles expériences, on y cherchera, avec certitude de la trouver, la méthode la plus moderne ou le procédé donnant le plus simplement possible, les meilleurs résultats. A. Berthelot.

Dizionario di merceologia e di chimica applicata, par le Professeur Vittorio Villavecchia, Directeur de laboratoires des Douanes d'Italie, avec la collaboration des Prof. G. Fabris, G. Rossi, A. Bianchi, R. Belasio. *Quatrième édition*. Tome IV. In-8° de 960 pages sur 2 colonnes. Ulrico Hoepli, éditeur, 59, Galleria de Cristoforis, Milano 4. — Prix : 50 lire.

Ce tome IV achève la publication de l'utile dictionnaire que nous avons recommandé à nos lecteurs en leur présentant ses trois premiers volumes. Il comporte les articles qui s'étendent depuis *Senapa* (moutarde) jusqu'à *Zucchero* (sucre). Les 233 dernières pages, imprimées sur 3 colonnes, sont consacrées à l'index alphabétique de tous les noms italiens, anglais, allemands, espagnols, latins et français contenus dans les quatre volumes, index qui montre admirablement en même temps que l'importance de l'ouvrage, l'intérêt considérable qu'il présente pour les personnes qui ont besoin de renseignements sur tous les produits chimiques, industriels, alimentaires et agricoles.

Nous ne disposons en France d'aucun ouvrage du même genre; quand on songe aux services qu'il pourrait rendre on ne peut s'empêcher de le regretter. Une traduction adaptée à nos lois et règlements serait certainement aussi bien accueillie chez nous que l'ont été en Italie les éditions successives de cet excellent dictionnaire. Beaucoup de Français pourraient d'ailleurs consulter avec profit l'ouvrage original. A. Berthelot.

Gesammelte Abhandlungen, par F. Kehrmann, Professeur à l'Université de Lausanne. Tome IV. In-8° de 266 pages avec figures. Georg Thieme, éditeur, Leipzig. Prix : 24 marks-or.

Ce nouveau volume de mémoires est consacré à un ensemble de recherches poursuivies par l'auteur, de 1890 à 1925, sur les rapports qui existent entre la constitution chimique et la couleur des composés organiques. Cet ensemble comporte deux parties, la première relative aux données d'ordre théorique, la seconde à de très nombreuses mesures spectrographiques et à la discussion des résultats qu'elles ont permis d'obtenir.

Les travaux exposés dans ces divers mémoires ont été effectués par le Professeur Kehrmann en collaboration avec divers savants, et, en particulier, avec M. M. Sandoz pour les six derniers qui sont spécialement consacrés à la détermination des formules de constitution des matières colorantes par l'étude de leurs spectres d'obsorption. Il n'est pas besoin d'insister davantage sur l'intérêt considérable que toutes ces recherches présentent pour les chimistes. A. Berthelot.

Les fondements, les limites et la valeur de la Psychologie scientifique, par le Prof. Dr Alberto Mochi. In-8° de 68 pages, extrait du *Bulletin de l'Institut d'Egypte*, tome VIII, Imprimerie de l'Institut français d'archéologie orientale, Le Caire, 1926.

Sur ce sujet tant rebattu, M. le Prof. Mochi a su dire d'une façon originale tout l'essentiel, et soutenir d'arguments solidement liés la thèse de l'indépendance de la Psychologie vis-à-vis des autres sciences. Ayant défini les limites d'une Psychologie vraiment positive, il précise très nettement sa position à l'égard de deux problèmes spéciaux : celui de l'Inconscient et celui du Rire. Nous ne le chicanerions que sur deux points : il est bien difficile d'admettre que l'introspection puisse servir d'unité de *mesure*, ni que la maladie mentale soit « la seule expérience naturelle pouvant être utilisée scientifiquement » par la psychologie : inévitables effets de la déformation professionnelle! R. T.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR-HONORAIRE
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : LOUIS FRANCHET

N° 24 — 64e ANNÉE — 25 DÉCEMBRE 1926

JEAN-BAPTISTE BOUSSINGAULT (1)

Joseph-Dieudonné-Jean-Baptiste Boussingault est né à Paris, le 2 février 1802, d'une famille de petits bourgeois. Il se donnait comme ancêtre le marchand de vin de la Satire du Repas ridicule, dans le cabaret duquel se réunissaient Racine, Molière et Boileau.

..J'ai quatorze bouteilles
D'un vieux vin... Boussin-[go n'en a pas de pareilles.

Quoi qu'il en soit de cette parenté, son grand'père, avec le titre pompeux de capitaine général des finances du roi, occupait un très petit emploi en Picardie ; il avait élevé dignement, mais non sans peine, une famille de quatorze enfants que dispersa la Révolution. L'un d'eux, le père de notre futur confrère, se trouva un jour, je ne sais trop comment, directeur des hôpitaux militaires de Sambre et Meuse et servit par suite sous les ordres de Hoche et de Marceau.

Grièvement blessé en 1795, au cours de la retraite de Jourdan sur la Moselle, par un coup de sabre qui lui détacha presque les deux poignets, il fut soigné à Wetzlar dans la maison du bourgmestre, M. Münch ; bientôt lié d'amitié avec ses fils, par ailleurs fort bel homme et d'allures distinguées, il conquit le cœur de sa fille Elisabeth et ne tarda pas à l'épouser. La guérison venue, les jeunes époux prirent la route de France, l'un ne parlant pas un mot d'allemand, l'autre ignorant notre langue, mais tous deux se comprenant fort bien.

Arrivé à Paris, le convalescent, désormais hors d'état de faire campagne, devint garde-magasin des lits militaires. Il y avait loin du vieux couvent de la rue Saint-Louis, au Marais, lui servant de casernement, à la confortable installation de Wetzlar ! Peu après, il dut prendre sa retraite, obtint un bureau de tabac auquel il adjoignit un petit commerce d'épicerie et

(1) Extrait d'une Lecture faite à l'Académie des Sciences dans la séance publique annuelle du 13 décembre 1926.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

s'installa rue de la Parcheminerie, à l'ombre de la vieille église Saint-Séverin, dans une maison achetée à beaux deniers comptants. Nous avons tous connu la rue de la Parcheminerie avant sa métamorphose ; au commencement du siècle dernier, comme hier encore, c'était, parmi les voies de Paris, l'une des plus malpropres et des plus obscures, habitée par des fabricants de parchemin, des marchands de vin et beaucoup de petites et pauvres gens. J.-B. Boussingault a passé toute son enfance dans ce milieu assez misérable, dans une arrière-boutique éclairée par une lampe fumeuse.

Vers 1809, il fallut songer à son instruction. Ses parents le placèrent dans une institution de la rue du Jardinet, tenue par un ancien oratorien, puis, l'année suivante, au lycée impérial, aujourd'hui lycée Louis-le-Grand. Combien cuisant était le souvenir que lui avaient laissé ses études secondaires !

« De la *sixième*, où je comprenais peu, je passai en *cinquième*, où je comprenais moins encore, puis en *quatrième*, en *troisième*, alors je ne compris plus rien du tout. Les professeurs me traitaient comme si j'eusse été une bûche. Les neuf dixièmes des élèves étaient dans la même situation que moi. J'ai eu Burnouf pour professeur de grec, sans avoir jamais su un mot de cette belle langue. Nous passions de classe en classe, comme une barre de fer dans un laminoir.

« Au reste, on était arrivé à la période de 1812 à 1813, et les événements politiques jetaient une perturbation complète dans nos insignifiantes et stériles études... J'avais donc terminé mes études littéraires ; j'avais fait ma *troisième*, ma *seconde*, et cependant je ne savais rien, rien, rien, pas autant qu'un clerc sorti des écoles des frères de la doctrine chrétienne ».

A peine échappé à l'étau universitaire, une transformation s'opère en lui ; il respire à pleins poumons l'air de la liberté ; il vit surtout dans la rue, joue aux billes et aux barres avec tous les gamins du quartier. Ce ne fut cependant pas du temps complètement perdu, car il y retrouva l'un de ses condisciples de l'école de la rue du Jardinet, Loubry, fils de la blanchisseuse de Thénard, devenu grâce à cette circonstance, aide dans le laboratoire du célèbre chimiste. Cette rencontre fortuite allait orienter la vie du libéré de l'Université impériale. Il ne manqua pas, en effet, d'aller visiter son camarade au travail, et ce fut une révélation.

Il ne se contente pas de voir et de revoir manipuler, faire des préparations chimiques et au besoin d'y participer, il se procure des livres de Chimie et de Physique, il les dévore et, à l'inverse de ce qui s'était passé jusqu'alors, son intelligence s'ouvre, il comprend, il est saisi par une véritable fringale de savoir.

Ses compagnons de jeux de la place Saint-Séverin, il les abandonne pour les maîtres du Collège de France, du Jardin des Plantes. Il ne se lasse pas d'écouter la parole de Thénard, de Biot, de Lefèvre-Gineau, de Gay-Lussac, de Cuvier, d'Haüy ; il emploie « tous ses sous » à acheter sur les quais de la Seine des minéraux dont il constitue une petite collection ; après la Physique, la Chimie, les Sciences naturelles, ce sont les Mathématiques, puis la littérature et encore des cours, ceux de Villemain et d'Andrieux parmi beaucoup d'autres. En somme, instruction décousue, mélange hétéroclite des connaissances les plus diverses qu'il absorbe goulument, mais qu'il digérera plus tard et qui porteront leurs fruits.

En voyant leurs fils travailler avec tant d'entrain, tant de plaisir, leur apporter chaque soir les éclats de son juvénile enthousiasme, ses parents ont la sagesse de lui abandonner la bride sur le cou, de le laisser poursuivre à son gré pendant trois années ces libres études.

. . . . . .

Le jeune apprenti savant continue à fréquenter, en amateur, le laboratoire de chimie du Collège de France. Un jour, Thenard l'y surprend et le saisissant par les cheveux lui demande avec brusquerie ce qu'il vient faire là, puis l'année suivante, il refuse catégoriquement d'admettre au nombre de ses élèves préparateurs celui qui, quelque vingt ans plus tard, allait venir siéger à ses côtés à l'Académie et auquel il disait alors sur un ton de regret : « Ah, si j'avais pu prévoir ! »

Boussingault songe d'abord à préparer le concours de l'Ecole navale, non point avec le dessein de servir en France, car, en ce temps, dans la marine, le bel avenir paraissait réservé aux jeunes gens titrés, mais avec l'intention de partir pour la Russie ; dans ce but, il commence même l'étude de la langue russe.

Tout à coup, c'était en 1818, il apprend l'existence, à Saint-Etienne, d'une Ecole des mineurs, créée l'année précédente, et aussitôt il est séduit par la perspective d'un métier susceptible de lui permettre de développer ses goûts pour la Chimie et les minéraux. Il sera ingénieur des mines, et il entraîne dans son sillage l'un de ses amis, nommé Benoist. Ils adressent leur demande à Héricart de Thury, ingénieur en chef des carrières de Paris, quelques années plus tard Académicien libre, mais plus connu des Parisiens pour la fraise exquise, à laquelle a été attaché son nom. M. Trémery, ingénieur ordinaire, physicien oublié, qui cependant avait été, à l'Académie, un concurrent redoutable pour Gay-Lussac déjà célèbre, M. Trémery est chargé de leur examen, peu compliqué du reste, un peu de Géométrie, d'Algèbre et une composition française. Les deux jeunes gens sont

Digitized by Google

admis et déjà fiers de l'épée et du bel habit bleu de ciel orné de deux pics entrecroisés, brodés d'or, qu'ils vont avoir le droit de porter.

Fort émus, ils quittent leur famille, avec cinquante francs dans leur poche, mais combien riches en espérances ! Le trajet à pied de Paris à Saint-Etienne leur parut bien long, leur sac bien lourd, leur nouvelle résidence bien noire, mais qu'importe ! Dès son arrivée à l'Ecole, Boussingault est émerveillé à la vue du laboratoire de Chimie tout neuf et « bien plus élégant que celui du Collège de France ». Il se lie bientôt d'amitié avec le premier élève entré à l'Ecole, Fourneyron, le futur inventeur de la turbine.

D'instruction très supérieure à celle de la plupart de ses camarades, dès la fin du premier mois, Boussingault répond si brillamment sur la Chimie et la Minéralogie à son directeur, M. Beaunier, que sur l'heure il est choisi comme préparateur du cours de Chimie. Désormais ce laboratoire tant admiré devenait le sien et allait absorber tout son temps disponible. Il y entreprend des recherches originales, et les pousse avec une telle impétuosité qu'il met le feu à la maison, mais de ses creusets est sorti un résultat d'importance, la découverte du siliciure de platine, la démonstration de la présence insoupçonnée du silicium dans l'acier, sujet de sa première Note que, peu de mois plus tard, Gay-Lussac insérait dans les *Annales de Chimie et de Physique* et ce fut là un beau début pour un étudiant ; l'attention du monde savant commençait à être appelée sur lui.

. . . . . .

Au bout de deux ans d'études achevées avec succès, la direction des mines de Lobsann lui fut offerte. Il se rendit en Alsace, à pied encore, non sans avoir visité les mines et les usines de Seyssel dans l'Ain, où il s'initia à une industrie nouvelle, celle de l'asphalte pour trottoirs, obtenu en mélangeant à du calcaire pulvérisé le bitume extrait par la chaleur des grès oligocènes. Dès son arrivée en Alsace, il devait y introduire ce procédé.

Pauvre mine que celle de Lobsann, ouverte sur des lits d'un lignite pyriteux, d'âge tertiaire utilisé sur place pour le traitement d'un gite bitumineux !

A peine installé, le jeune ingénieur, avide de compléter son instruction, entre en relations avec les géologues et les chimistes de la Faculté des sciences de Strasbourg, et aussi avec son voisin, le propriétaire des mines d'asphalte de Pechelbronn, M. Le Bel, qui met obligeamment sa bibliothèque à sa disposition et, mieux encore, lui ouvre son hospitalière maison.

Le séjour en Alsace ne devait être que de courte durée. Certes, le pays était plein de charmes, mais la mine était sans avenir, le travail d'un intérêt médiocre et douze cents francs de traitement annuel, une bien maigre prébende pour un jeune homme hanté par tant de rêves de brillant avenir. Aussi ouvrait-il une oreille complaisante aux bruits venant du dehors. On lui offre une place d'ingénieur en Egypte ; il hésite, puis, sur les instances de sa mère, il refuse, mais il est bientôt captivé par une autre proposition.

Depuis quelques années, les colonies espagnoles de l'Amérique du Sud sont en lutte avec la métropole pour la conquête de leur indépendance. L'Union colombienne a été proclamée, en 1819, à Angostura ; son président, le général victorieux Bolivar, tout en préparant sa campagne de libération de l'Equateur et du Pérou, songe à créer dans la capitale, Santa Fe de Bogota, une école d'ingénieurs civils et militaires. Il a envoyé en Europe un plénipotentiaire, le botaniste Zea, avec mission de recruter du personnel scientifique. ,

Zea a pris comme intermédiaire un jeune péruvien, élève de l'Ecole des mines de Paris, Mariano de Rivero et c'est ainsi que Berthier, professeur de docimasie à cette école, songe à Boussingault, sur la recommandation du géologue alsacien Voltz.

Les conditions sont tentantes, sept mille francs d'appointements, un grade correspondant dans le futur corps des ingénieurs, le transport à bord d'un bateau de guerre et puis, quelles perspectives ne sont-elles pas promises par un tel voyage dans le Nouveau Monde s'ouvrant à la liberté !

Boussingault accepte, il accourt à Paris, où il aura plusieurs mois pour se préparer à une absence de quatre années. Rivero le présente à Humboldt et ce fut là une circonstance d'une importance capitale pour sa carrière scientifique.

Alexandre de Humboldt, le créateur de la Physique du globe, le polygraphe aux connaissances universelles, Associé étranger de cette Académie, alors dans tout l'éclat de sa réputation mondiale, vivait à Paris, sa seconde patrie, en relations d'intime amitié avec toutes les illustrations scientifiques de l'époque. Il s'intéressait vivement à la tentative faite par Bolivar, avec lequel il avait visité le Vésuve, en 1805, en compagnie de Gay-Lussac. Il était enchanté de voir partir des savants français non seulement pour visiter les régions que, vingt ans auparavant, en compagnie de Bonpland, il avait le premier explorées scientifiquement, trop rapidement à son gré, mais encore pour y séjourner pendant plusieurs années ; il voyait dans cette circonstance le moyen de faire compléter, continuer ses propres observations.

Boussingault le séduisit, dès le premier abord, par son enthousiasme et son intelligence, par

Digitized by Google

l'étendue de ses connaissances ; il le prit en amitié, amitié qui devait être définitive. Ne se contentant pas de lui prodiguer de précieux conseils, il lui fait cadeau des instruments géodésiques et astronomiques dont il s'était servi au cours de ses explorations et il tient à lui en enseigner lui-même le maniement.

Tout chambellan du roi de Prusse qu'il fut, Humboldt vivait très simplement ; son appartement, situé au quatrième étage d'une maison du quai Napoléon, faisant face à la Monnaie, était des plus modestes ; un lit, quatre chaises en paille et une grande table de sapin constituaient tout le mobilier de sa chambre à coucher ; cette table, il la couvrait de notes et de calculs, tracés avec son écriture fine et difficilement lisible et lorsqu'elle en était entièrement griffonnée, il faisait venir un menuisier et tournait la page, à l'aide d'un coup de rabot. C'est là que Boussingault apprit de lui l'usage du sextant, par la mesure de l'angle compris entre la flèche des Invalides et le paratonnerre de Saint-Sulpice et la prise d'une hauteur du Soleil.

Humboldt n'était pas seul à s'intéresser à l'expédition ; les membres les plus illustres de l'Académie, Laplace, Arago, Poisson, Biot étaient désireux de voir faire une nouvelle détermination, plus précise, de la hauteur du baromètre au niveau de la mer sous l'Equateur, afin de vérifier les valeurs rapportées par Humboldt, et antérieurement par les géodésiens de l'Académie, au cours de leur mémorable expédition en Amérique pour la mesure d'un arc de méridien. Pour cela, il était indispensable d'opérer avec des instruments soigneusement contrôlés ; ce fut à l'Observatoire qu'Arago et Humboldt tinrent à étalonner eux-mêmes les baromètres Fortin et les thermomètres de la mission.

Parmi les recommandations de Humboldt à son jeune ami, beaucoup concernaient les roches volcaniques ; pour lui faciliter ses recherches, Beudant constitua une petite collection type des laves andésitiques, on disait alors trachytiques, de la Hongrie devant lui servir de termes de comparaison.

Enfin, bien lesté de conseils et de lettres de recommandation, accompagné de Rivero, d'un jeune médecin et physiologiste distingué, le docteur Roulin, qui fut le premier secrétaire de nos *Comptes Rendus*, puis devint plus tard bibliothécaire de l'Institut et membre libre de cette Académie, de la charmante Madame Roulin et de plusieurs autres compagnons, notre voyageur s'embarquait, le 22 septembre 1821, à Anvers sur un brick américain. Le 2 octobre, ils étaient rejoints en haute mer par un navire convoyeur, apportant des canons et des munitions, le pavillon colombien, bleu, jaune et rouge, était hissé au grand mât et tous les membres de la mission, revêtus de leurs brillants uniformes flambant neufs, poussaient trois fois le cri de « Vive la République » en brandissant leurs épées. « Je n'avais que vingt ans, écrivait plus tard Boussingault, et je criais bien fort. »

Tel fut le début de la belle aventure. Elle allait durer exactement dix années.

Le voyage ne se fit pas sans incidents. Le *New-York*, devenu le *Patriote*, rencontra une frégate espagnole ; il la prit en chasse et après une vive attaque, la captura. Enfin, le 21 novembre, l'ancre était jetée dans le port de la Guayra, sur la côte du Venezuela. Laissant leurs compagnons continuer leur voyage par mer jusqu'au Rio Magdalena, sans perdre une minute, le soir même, Boussingault et Rivero installaient à terre leurs baromètres et commençaient les observations qui allaient montrer que la hauteur du baromètre au bord de la mer, dans le voisinage de l'Equateur, ne diffère pas de celle constatée sous d'autres latitudes.

Tout ce qui est connu sur le séjour de Boussingault dans l'Amérique du Sud se trouve, exposé par lui-même, dans les quatre derniers volumes de ses Mémoires, d'une lecture attachante et pleine d'imprévu.

Ecrits sous forme d'itinéraire, ils renferment, un peu pêle-mêle, des descriptions de sites, de paysages, de montagnes et de mines, alternant avec des scènes de mœurs ; des mesures d'altitude ; des observations astronomiques, thermométriques et hygrométriques, botaniques et ethnographiques ; des récits de courses de taureaux, de cérémonies religieuses et de fêtes mondaines, de parades militaires, de duels, d'embuscades, d'assassinats et de batailles ; des développements sur la politique, sur l'histoire et aussi sur des histoires ; des analyses de sentiments..., de produits végétaux, de sources thermales et de minéraux ; des dissertations sur les cultures tropicales, les volcans et les tremblements de terre ; voire des recettes de cuisine et quelques boutades philosophiques. Sur cette trame complexe, sont jetées, nombreuses et légères, des anecdotes ne manquant jamais de sel et parfois même fort salées.

Cet amalgame si hétérogène me semble bien être l'image de ce que dut être l'existence heurtée de ce jeune homme, don Juan comme il se laissait appeler, assoiffé du désir de tout apprendre, de jouir de toutes les libertés, tenaillé par la volonté de se faire une place au soleil, jusqu'alors élevé à la rude école d'une existence difficile et jeté brusquement dans le plus extraordinaire tourbillon de vie que l'on puisse imaginer, dans un monde où tout était nouveau pour lui, la nature, les hommes, les femmes, et les choses.

Digitized by Google

Ingénieur chargé d'importantes missions, disposant d'une autorité réelle et souvent sans contrôle, devenu d'emblée, à vingt-et-un ans, colonel dans une armée de partisans en campagne dont beaucoup d'officiers étaient des déchets de toutes les armées qui ne se battaient plus en Europe, dont les soldats en loques étaient des Indiens, à demi-civilisés ; dans une armée dont les chefs, ardents patriotes, luttaient, certes, pour l'indépendance de leur pays, mais beaucoup aussi pour la conquête du pouvoir personnel, bataillant, sous un climat meurtrier, à coups d'épée et aussi d'intrigues politiques, tour à tour généreux et férocement cruels, sachant mourir avec courage, mais résolus à vivre avec outrance.

Bien d'autres eussent été grisés par une telle fortune et une telle ambiance, entraînés et perdus par des séductions, des tentations de plus d'un genre, affaiblis ou tués par la fièvre ou par des calamités pires encore. Boussingault eut la chance de passer à travers tous les dangers, l'habileté d'user de tout sans dommage et d'édifier, par surcroît, une œuvre scientifique importante. C'est d'elle seule dont je vais m'occuper. Quelques mots sont cependant nécessaires pour la situer dans le milieu géographique auquel elle doit son inspiration.

Boussingault consacra huit mois à parcourir et à étudier la Géologie et les mines du Venezuela ; l'un de ses premiers contacts avec les armées colombiennes eut lieu à Macaray, où il fut reçu par le général Paez, l'un des héros de l'Indépendance, assiégeant alors Puerto Cabello, où s'étaient réfugiés les débris de l'armée espagnole.

A petites journées, relevant des observations variées, il gagne la Colombie par le flanc nord de la Sierra de Merida. Arrivé le 24 mai 1823 à Santa Fe de Bogota, où il retrouve ses compagnons de voyage, il put remettre la lettre d'introduction que Humboldt lui avait donnée pour le génral Bolivar, alors dans tout l'éclat de sa renommée. Le Libertador lui fit bon accueil, mais lui déclara qu'en raison des exigences de l'heure il recherchait des officiers plutôt que des ingénieurs et Boussingault devint l'un et l'autre. Diverses missions lui furent confiées, où il eut à manier successivement ou simultanément un grand sabre, le marteau, le baromètre et le théodolite, armement qui ne le quitta guère, jour et nuit, pendant dix années.

Alors, au milieu d'un pays en guerre ou en révolte, commença pour notre futur confrère une existence extraordinairement mouvementée, tour à tour chimiste, prospecteur, directeur de mines, naturaliste, géologue, topographe, officier combattant ou protecteur de couvents de nonnes, et bien d'autre chose encore. Il semble, en outre, que si, à travers tant d'événements parfois tragiques, les risques ne manquaient pas, l'on menait joyeuse vie dans les armées de la jeune république et dans leurs alentours. Ses *Mémoires* renferment à cet égard de savoureux détails, trop peu académiques pour que je veuille insister sur eux.

Pendant quatre années, prenant pour centre Bogota, où il avait institué des observations météorologiques régulières, Boussingault va explorer les hautes régions de la Colombie, faisant notamment de nombreuses observations géologiques sur les gisements de sel, tout en réprimant une révolte des ouvriers qui les exploitaient ; sur les mines célèbres de Muzo, où les admirables et précieuses émeraudes se rencontrent dans des veinules de calcite sillonnant des calcaires noirs d'âge néocomien ; sur les gisements fossilifères de la province de Socorro, où il recueille des fossiles qui permirent plus tard à Alcide d'Orbigny d'apporter des précisions sur le Crétacé sud-américain.

En 1824, quittant les hauts plateaux, en compagnie de Rivero et de Roulin, il descend dans les plaines marécageuses et insalubres de l'Est, et il pense y mourir d'une attaque de paludisme. Il s'agissait pour eux de relever le cours du Meta et de fixer la position astronomique du confluent de cette rivière avec l'Orénoque, laissée indécise par Humboldt.

Il est chargé ensuite (1825), en compagnie de Roulin et du capitaine anglais Walker, de dresser la carte du district de Supia dans la vallée du Rio Cauca. En 1826, il part dans le département de Tolima, à la recherche des anciennes mines d'argent de Santa Ana, et ce fut pour lui l'occasion d'entreprendre une étude géologique de la vallée du Magdalena, de Honda au Rio de Fusagasugâ, puis il traverse (1827) la Cordillère centrale pour descendre vers Cartago, dans la vallée du Cauca, étudier les terrains de celle-ci et ses mines jusqu'en aval d'Antioquia ; enfin il atteint à nouveau, sur les hauteurs de la Cordillère occidentale, les mines de la Vega de Supia, enfouies dans la forêt tropicale. Le gouvernement colombien l'avait désigné pour surveiller les intérêts de l'Etat dans une affaire de gisements d'or, où était engagée une Compagnie anglaise. Il allait bientôt devenir surintendant de ces mines, en diriger l'exploitation, y construire des laveries, une fonderie de métaux précieux, créer à Marmato un laboratoire bien outillé pour l'étude de l'or et de l'argent. Son séjour à Supia s'est prolongé jusqu'à la fin de 1830, non sans avoir été entrecoupé d'expéditions, parfois assez lointaines, dans la vallée du Chocô, par exemple, l'un des coins les plus malsains du globe, où sont associés le paludisme, la fièvre jaune, la dysenterie et bien d'autres agents de mort. Poussé par le besoin de recruter de la main-d'œuvre parmi les

Digitized by Google

Indiens Chami, il a été conduit à faire de curieuses remarques ethnographiques sur cette peuplade très primitive et surtout une étude fort documentée des gisements du platine.

Quand, le 8 décembre 1830, Boussingault quitte pour toujours Supia, avec l'idée de rentrer en France, son contrat avec le gouvernement colombien étant expiré, la situation politique de l'Amérique du Sud était bien changée. Après les heures d'enthousiasme vécues par Bolivar, étaient venus les mauvais jours. Le Libertador avait quitté le Pérou en révolte contre son autorité et était rentré en toute hâte à Bogota, où bientôt la lutte va faire rage entre deux partis qui s'entre-déchirent. Il assume, mais en vain, la dictature ; échappé avec peine (septembre 1828) au poignard de ses adversaires politiques, grâce à l'intrépidité de sa fougueuse maîtresse, Manuelita Saenz, dont Boussingault a tracé un portrait réaliste, il voit successivement le Venezuela, sous l'impulsion du général Paez (novembre 1829), puis l'Equateur (mai 1830) sous celle du général Flores, se séparer de la Nouvelle Grenade. Le rêve de la Grande Colombie s'est évanuoi ! Désabusé, Bolivar, non sans révolte, abandonne définitivement le pouvoir ; malade, il cherche à gagner Caracas, mais, le 17 septembre 1830, il meurt à Santa Marta, évoquant sans doute à sa dernière heure les paroles amères sorties de ses lèvres peu de mois auparavant : « Ceux qui ont fait la révolution américaine ont labouré la mer ! »

Son fidèle lieutenant, le général Sucre, le vainqueur d'Ayacucho, le premier président de la République de Bolivie, l'avait précédé de peu dans la tombe, lâchement assassiné, le 4 juin, à l'orée de l'épaisse forêt de Berrucos.

Boussingault avait trouvé à Cartago le général Obando, « le plus charmant des assassins que j'ai connus, et j'en ai connu plusieurs », a-t-il écrit, qui chercha à l'attacher à sa fortune et à l'entraîner dans sa marche sur Bogotâ, mais il lui répugne de faire la guerre à ses amis et il se décide à mettre à exécution son projet d'achever ses explorations par un voyage dans le Sud. Il remonte la haute vallée du Cauca et, de Popayan, explore les volcans de la Colombie méridionale, pour gagner ensuite Quito, où lui est fait un chaleureux accueil. Le général Flores l'attache à son état-major ; il lui facilite l'ascension et l'étude des hauts volcans de l'Equateur qui le retiennent jusqu'aux derniers jours de 1831.

C'est alors le départ définitif ; le voyageur jamais lassé descend vers le Pacifique par Riobamba, s'embarque à Guayaquil (24 janvier 1832), longe les côtes de l'Equateur et de la Colombie jusqu'au Rio Dagua, d'où il entreprend une dernière traversée des Cordillères jusqu'à Honda, enfin il descend le Rio Magdalena, atteint Carthagène (19 juin), d'où il gagne New-York (7 août), puis la France.

. . . . . .

Le jeune voyageur avait eu soin de ne pas conserver tous ses résultats dans ses carnets, de ne pas se laisser oublier de Paris ; il avait multiplié les communications adressées à notre Académie et aux *Annales de Chimie et de Physique*. Parti inconnu pour son expédition d'outre-mer, il en revenait, dix ans plus tard, pourvu d'une véritable notoriété scientifique, accentuée par la sympathie et la curiosité attachées au témoin d'événements politiques et militaires ayant conduit à la libération d'un peuple et à la création de plusieurs républiques latines, au collaborateur de chefs, tels que Bolivar, dont le nom était entouré comme d'une parure de légende.

Aussi fut-il accueilli avec empressement, non seulement par Humboldt, Arago et Gay-Lussac, confidents directs de ses recherches, mais encore par tous les savants de la capitale qui avaient suivi les péripéties de sa longue expédition avec d'autant plus d'intérêt qu'à cette époque, les hommes de laboratoire n'étaient pas souvent des hommes d'action et surtout d'actions lointaines.

Boussingault avait besoin de trouver une situation pour vivre, il pensait à une carrière purement scientifique, mais s'il avait des titres de science, il ne possédait pas le moindre grade universitaire ; ce ne devait pas être un obstacle, et ses puissants protecteurs n'allaient pas tarder à lui trouver une situation honorable, sinon lucrative, une chaire de professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, renaissant de ses cendres après avoir été, avec bien d'autres, supprimée, dès 1816, par la Restauration.

Le passage de Boussingault dans l'Université, car ce ne fût qu'un passage, n'eût pas moins de pittoresque et d'imprévu qu'une campagne dans l'armée du Libertador. Les archives de l'Académie rectorale de Lyon m'ont fourni des documents permettant de reconstituer cette partie peu connue de sa carrière ; ils ne sont pas sans intérêt, même pour l'histoire de l'Enseignement supérieur en général.

Vers cette époque, l'indifférence du roi et de son ministère pour les questions sociales avait attiré à Lyon le redoutable conflit, dit du Salariat ; à la suite des journées tristement célèbres du 21 au 23 novembre 1831, la partie libérale de la population vivait dans la terreur, mais s'organisait en diverses associations où fréquentaient Arago, Jules Favre et bien d'autres ; elles allaient, vers la fin de 1833, se concentrer en une section lyonnaise de l'Association des Droits de l'Homme.

L'opinion publique était donc passablement

Digitized by Google

agitée, aussi fut-ce, sans doute, dans un but beaucoup plus politique que scientifique que le préfet du Rhône et le maire, le Dr Prunelle, bourgeois orléaniste tout dévoué à Louis-Philippe auquel il devait son écharpe, résolurent de demander au Ministre de l'Instruction publique, Guizot, et obtinrent de lui (9 décembre 1883) le rétablissement de la Faculté des Sciences, pourvue de sept chaires. Et ceci explique aussi pourquoi une fois la décision de principe acquise et l'effort produit, la réalisation se fit sans hâte et non sans quelque mesquinerie.

Le recteur avait envoyé au ministre des propositions pour le choix des professeurs ; c'étaient des universitaires ou des savants lyonnais appréciés, Clerc, Jourdan, Tabaraud, Seringe et même de valeur, tels que le mathématicien philosophe Cournot, le géologue Fournet, introducteur de la notion d'endomorphisme et d'exomorphisme dans l'étude du métamorphisme, mais plusieurs d'entre eux n'étaient pas docteurs, et la loi était formelle. Ils le deviennent par grâce ministérielle... Depuis 1831, le ministre de l'Instruction publique ne jouissait plus, de droit, mais usait parfois encore, en fait, de la prérogative de créer, *proprio motu*, dans certaines conditions, des docteurs, tout comme le pape, des cardinaux. Les archives rectorales renferment à ce sujet un document pittoresque. Une décision ministérielle du 8 juillet 1834 dispense M. Seringe, directeur du Jardin botanique de Lyon, de justifier des inscriptions et de l'assiduité aux cours d'une Faculté pour être admis aux examens de licence, lorsqu'il sera pourvu du baccalauréat. Une Note indique qu'il va se rendre à Grenoble pour se pourvoir de ces grades, voyage bien inutile, puisque dans l'arrêté du 21 du même mois, ce botaniste figure parmi les docteurs ès-sciences nommés professeurs à la Faculté de Lyon.

Seul étranger à la cité, Boussingault est nommé professeur (21 juillet 1834) et chargé de l'enseignement de la Chimie, mais son titre de docteur ès-sciences, il l'avait obtenu depuis quelques semaines à la Sorbonne, sans grades préliminaires, à la suite de la soutenance de thèses dont le sujet lui avait été fourni par ses études d'outre-mer : « Déterminer la profondeur à laquelle se trouve la couche de température invariable entre les tropiques et la température moyenne de la zone torride au niveau de la mer » et « Recherches sur les phénomènes chimiques qui se passent dans l'amalgamation américaine ».

Dès le 1er août, le recteur réclame la nomination d'un doyen et propose au ministre le plus ancien des professeurs, Clerc, seul survivant de l'ancienne Faculté impériale. Vers le 25 octobre, Boussingault arrive enfin à Lyon ; la Faculté étant au complet fait alors sa visite officielle au maire, mais Boussingault repart subitement pour Paris et, le 4 novembre, paraît une décision ministérielle le nommant doyen.

Le 31 décembre, des nécessités budgétaires forcent le recteur à constituer la Faculté en Conseil académique, malgré l'absence de son doyen qu'il réclame en vain à tous les échos d'alentour et dont l'intérim est confié à Clerc, le candidat blackboulé. Enfin, après bien des appels, Boussingault se décide à faire acte de présence ; l'ouverture solennelle de la Faculté a lieu le 29 janvier 1835 et les cours sont mis en marche, à l'exception de ceux de Physique... et de Chimie.

Il semble bien cependant que Boussingault soit resté quelque peu à Lyon pendant le premier trimestre de cette année 1835, car une Note du recteur signale qu'il *prépare ses réactifs* pour son futur cours, mais celui-ci ne fut inauguré que le 11 juin et clos à la fin du mois suivant. Ses treize leçons eurent pour sujet les corps simples non métalliques.

Ceci fait, Boussingault quitte encore une fois Lyon, mais pour n'y plus revenir et les Notes ministérielles à son sujet de pleuvoir à l'Académie. Le 30 novembre, en effet, il est autorisé à différer son départ de Paris d'un mois à six semaines, au plus ; le 12 janvier 1836, à se faire suppléer dans son cours de Chimie par le professeur de Mathématiques. Au bout du second semestre, débarque de Paris un nouveau suppléant qui n'était autre que Victor Regnault, alors jeune ingénieur des mines ; quant au décanat, c'est encore Clerc, l'homme de tous les dévoûments, qui en assure les services. Enfin, le 29 octobre, un dernier arrêté met fin à ce jeu de cache-cache, et donne un successeur à Boussingault démissionnaire ; Tabaraud devient doyen et l'infortuné Clerc de rentrer définitivement dans le rang.

Que s'était-il dons passé ? Tout d'abord, Boussingault avait voulu revoir la terre d'Alsace, où il avait fait ses débuts et laissé de bons amis et de chers souvenirs. Chez ses anciens voisins de Lobsann, les Le Bel, il avait retrouvé, jeune fille accomplie, l'enfant dont il a tracé un portrait ému et qui consentit à partager sa vie... « Une petite fille demi-sauvage, vivant en plein air, Adèle, alors âgée de cinq ou six ans ; on la laissait courir comme on eût fait pour un garçon. Hâlée, cheveux jaunes, jupons d'étoffe grossière, pas élevée du tout, ne sachant pas un mot de français, telle était la jeune personne que j'épousais treize ou quatorze ans plus tard et qui est devenue la femme la plus gracieuse, la plus aimable qu'on puisse imaginer. »

Avec elle, il fit entrer le bonheur dans sa maison. Femme d'une intelligence remarquable, d'une exquise bonté, elle ne se contenta pas d'entourer son mari de délicate tendresse, d'une

Digitized by Google

admiration sans bornes, elle l'aida aussi puissamment dans son existence de labeur, en écartant de lui tout souci matériel.

. . . . . .

Son mariage mit entre ses mains un incomparable instrument de travail et aussi un précieux collaborateur ; l'instrument fut ce beau domaine de Pechelbronn (1) dont Boussingault fit aussitôt un vaste champ d'expériences, puis, à partir de 1847, la vieille abbaye de capucins du Liebfrauenberg, où il installa un laboratoire rendu célèbre par ses travaux ; le collaborateur, fut Achille Le Bel qui, avec une grande compétence et beaucoup de dévoûment, dirigea les cultures, supporta la charge de l'administration, laissant ainsi à son beau-frère, tout son temps et toute sa liberté d'esprit pour ses recherches scientifiques.

Ensuite, la mort d'une petite fille, rapidement venue, n'avait pas été sans retenir Boussingault loin de Lyon, mais une autre raison, plus terre à terre, apparaît dans une lettre, véritable ultimatum, adressée à son recteur (1er mars 1836) :

« Je ne crois pas devoir vous cacher les motifs qui très probablement détermineront ma retraite. Toutes considérations bien pesées, ma position à Lyon ne serait tenable qu'autant qu'il me serait loisible de ne faire par an qu'un seul semestre. Alors je resterais volontiers et même je préfèrerais Lyon à Paris. Mais l'enseignement chimique me paraît tellement important à Lyon que je suis tout le premier à reconnaître qu'il faut dans cette ville un enseignement de deux semestres. Un professeur adjoint serait donc nécessaire si l'on entrait dans mes vues. Il n'est nullement probable que l'on consente à mon exigence. Libre à moi de faire mes conditions, on les rejette, je me retire, c'est une affaire terminée... En résumé, si l'on m'accorde un professeur adjoint, je serai à Lyon pour le deuxième semestre, je ferai la chimie organique. Si l'on ne consent pas à m'accorder un adjoint, je quitterai la Faculté. La Faculté n'y perdra pas grand chose et ma paresse y gagnera un large repos.

« Vous voyez que je m'explique nettement : je suis sous l'influence de la centralisation de M. Thiers ; je voudrais que l'on m'expliquât pourquoi un malheureux professeur titulaire de Faculté, par le fait qu'il est en province, soit condamné à recevoir un quart en moins qu'un professeur adjoint de Paris, et à faire deux fois plus de leçons ? A cela on me répondra avec beaucoup de raison que je savais les conditions lorsque j'ai accepté ; et à mon tour de répondre que j'ai voulu faire l'expérience du fait et que maintenant que j'ai l'expérience, je trouve les conditions très défavorables ».

Enfin une dernière cause précipita la décision ; P. Thenard venait de se faire suppléer à la Sorbonne par J.-B. Dumas (1836), professeur adjoint ; celui-ci à son tour avait éprouvé immédiatement le besoin de prendre un suppléant pour l'année scolaire 1836-1837, et ce fut Boussingault.

Tous ces avatars n'avaient pas interrompu, d'ailleurs, l'activité scientifique de celui-ci ; les années 1836 à 1839 furent parmi les plus fécondes de sa carrière scientifique ; il y jeta les bases de son œuvre agronomique, y déployant une prodigieuse énergie qui reçut sa récompense, le 28 juin 1839, par son élection à cette Académie, dans la section d'Economie rurale, où il remplaça Huzard ; dix ans plus tard, il succédait à Leclerc-Thouin comme professeur d'Agriculture au Conservatoire des Arts et Métiers.

Il semblait que Boussingault eut enfin trouvé son équilibre définitif, il n'en fut rien cependant. La révolution de 1848 réveilla le levain d'amour de la liberté et le besoin d'action qui sommeillaient en lui depuis la guerre de l'Indépendance. Candidat à la députation, il fut envoyé à l'Assemblée Constituante par les électeurs du Bas-Rhin, témoins de ses efforts agricoles en Alsace, mais, là encore, sa destinée fut de n'entrer que pour mieux sortir. D'après la Constitution de 1848, le Conseil d'Etat devait être élu par l'Assemblée nationale. Devenu conseiller par cette voie en août 1849, notre confrère dût quitter non seulement le Parlement, mais aussi le Conservatoire des Arts et Métiers.

Le nouveau conseiller d'Etat semble avoir manifesté plus de sympathie pour ses recherches de laboratoire que pour les devoirs administratifs et juridiques, car si son nom revient souvent dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de 1849 à 1851 ; il ne paraît pas avoir joué un rôle important dans la discussion des lois et réglements. En tous cas ses collègues du Conservatoire, après l'avoir nommé professeur honoraire, ne se hâtèrent pas de pourvoir à sa succession, sans doute dans l'espoir de le voir revenir un jour parmi eux, mais, le 20 novembre 1851, le Ministre de l'Agriculture et du Commerce les mit en demeure de prendre un décision au sujet de la chaire vacante. Sans attendre leur réponse, le 8 décembre, un nouveau ministre leur notifiait un décret du Prince-Président supprimant cette chaire d'Agriculture et la remplaçant par une chaire de Chimie agricole, à laquelle était nommé Georges Ville. A la réception de ce décret, notre confrère, le colonel Morin, administrateur du Conservatoire, sans attendre la réunion de son Conseil de perfectionnement, convoqué d'urgence et qui, d'ailleurs, allait l'approuver unanimement, adressait au ministre une véhémente protestation contre ce procédé singulier consistant à supprimer

Digitized by Google

une chaire et à la recréer aussitôt en changeant seulement son titre, afin de pouvoir légalement nommer d'autorité un titulaire bien en cour, échappant ainsi au contrôle salutaire d'une présentation par le Conservatoire et par l'Académie des Sciences. Faisant ensuite habilement remarquer que le Conseil d'Etat, emporté quelques jours auparavant par la tourmente n'existait plus, le colonel Morin ajoutait que :

« M. Boussingault, à qui sa position dans ce Conseil avait fait perdre sa place de professeur, dont il a été déclaré démissionnaire, devait naturellement et légitimement la retrouver puisqu'il n'avait pas été pourvu à son remplacement. La politique ne peut pas traiter la science en ennemie et je ne doute pas que cette circonstance ne vous eût arrêté dans la présentation de ce décret et que M. le Président n'eût refusé de le signer si elle eût existé alors. Vous n'auriez pas voulu que, profitant d'un événement politique, le préparateur vint supplanter son professeur. J'estime assez M. Ville pour croire qu'en présence de cette situation nouvelle, produite par la dissolution du Conseil d'Etat, il sera le premier à déclarer qu'il ne peut honorablement accepter le bénéfice du décret du 29 novembre et qu'il attendra une autre circonstance, où la bienveillance de M. le Président pourra s'exercer en sa faveur sans compromettre sa délicatesse ».

Bien qu'à cette époque le Gouvernement se souciait fort peu de la légalité et de l'opinion publique, — il venait d'en donner la preuve qu'il est superflu de rappeler, — il céda et, le 24 décembre, un nouveau décret, sans réintégrer Boussingault dans son ancienne chaire, le nommait professeur de Chimie agricole « en remplacement de M. Ville non acceptant ». Cet exemple montre que les grands corps scientifiques s'honorent et défendent efficacement aussi bien leur intérêt que celui de la science en ne laissant pas toucher à leurs droits ni attenter à leur dignité.

L'épilogue se fit attendre cinq ans. Le 4 mars 1857, un décret créait au Muséum d'histoire naturelle, sans consultation préalable, une chaire nouvelle, n'ayant pas de précédents, celle-là, une chaire de Physique végétale et Georges Ville en était nommé titulaire. J'ai entendu jadis les anciens de la maison faire, avec quelque amertume, le récit de son premier cours auquel assistaient de nombreux dignitaires de la Cour impériale venus pour affirmer une volonté qui n'était pas celle de l'Etablissement.

Cette fois Boussingault était arrivé au port définitif et sa vie, comme sa carrière, allait désormais se poursuivre d'une façon parfaitement calme, aussi uniforme que leurs débuts avaient été mouvementés et pleins d'aventures, l'hiver à Paris dans le laboratoire du Conservatoire, l'été à la campagne dans celui d'Alsace.

Du fringuant colonel des armées de Bolivar, de l'intrépide explorateur de l'Equateur, de la Colombie et du Venezuela, il ne restait plus que les anecdotes et les souvenirs que notre confrère se plaisait à rappeler dans une langue énergique et auxquels l'on trouve maintes allusions dans son œuvre si vaste et si variée, aussi bien que dans son enseignement qui, dit-on, était vivant et pittoresque.

Son *Economie rurale*, bien vite devenue classique, est le fruit de cet enseignement ; Dehérain a pu dire fort justement que la première édition de cet Ouvrage « marque l'origine de la Chimie agricole comme science constituée ».

Fig. 364. — Laboratoire de Boussingault à Liebfrauenberg

A partir de 1873, Boussingault se fit suppléer par J.-J.-Th. Schlœsing, appelé quelques années plus tard à le rejoindre à l'Institut. Schlœsing avait suivi ses traces ; il était imprégné de ses méthodes ; il a continué et perfectionné son œuvre, mais il n'était pas son élève direct. On doit remarquer, d'ailleurs, que la plupart des hommes éminents ou distingués qui ont travaillé dans le laboratoire de Boussingault ont développé leur talent à ses côtés plutôt qu'à l'aide de ses conseils immédiats. S'il a eu une énorme influence sur tous les agronomes et les chimistes agricoles de son temps, il l'a exercée par son exemple, par son œuvre, mais non par une action personnelle. A cet égard, il n'est pas comparable à un Berthelot, à un Sainte-Claire Deville, à un Wurtz.

Entré en 1844 au Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine, Boussin-

Digitized by Google

gault y a joué un rôle considérable, en raison de l'autorité que lui conféraient l'étendue de ses connaissances générales et la spécialisation de certains de ses travaux, ceux concernant l'ammoniac et l'analyse des eaux par exemple ; ils trouvèrent une application fort utile dans l'étude des causes de l'insalubrité des eaux de la Seine polluées par les torrents nauséabonds déversés par les égouts de Paris.

. . . . . .

Je ne saurais manquer de rappeler la grande place tenue par Boussingault à la Société — aujourd'hui Académie — nationale d'Agriculture, dont il avait été nommé membre, dès 1842 et qu'il présida en 1863.

Enfin, en 1876, lors de la réorganisation de l'Institut national agronomique, pépinière d'ingénieurs distingués rendant tant de services à notre Agriculture, Boussingault en fut nommé professeur, chargé de la haute direction des laboratoires de Chimie. A la vérité, il n'y a jamais professé, mais il a apporté à cette École la grande autorité de son nom dans le monde agricole et au-delà, puis, comme membre du Conseil des professeurs et du Conseil de perfectionnement, il a exercé une réelle influence sur l'organisation de l'enseignement. Son successeur fut l'un de ses préparateurs, notre confrère Achille Müntz.

Boussingault a eu un fils, Joseph, lui-même chimiste distingué, et deux filles ; l'une d'elles épousa M. J.-C. Holzer, directeur des Forges et Aciéries d'Unieux, et l'autre, M. J.-C. Crozet, directeur des Ateliers de Chambont-Feugerolles, fondés par son oncle Fourneyron, l'ancien condisciple de Boussingault à l'École des mineurs.

Ces deux unions ramenèrent notre confrère dans la région de Saint-Etienne, où il avait achevé ses études et débuté dans la science. Elles ont eu sur la direction de son œuvre scientifique une influence du même ordre que celle déterminée par son propre mariage. Pour le retenir à Unieux, en effet, son gendre Holzer lui fit aménager dans son usine un fort beau laboratoire ; l'agronome fut ainsi conduit à revenir à ses premières amours, à des travaux de Chimie minérale et particulièrement de Chimie analytique, pour laquelle il avait une grande attirance, en raison sans doute du degré de précision qu'elle permet d'atteindre. C'est à cette circonstance familiale que sont dues ses importantes recherches de métallurgie. Elles méritent qu'on s'y arrête.

Boussingault a été le premier à prouver d'une façon définitive la présence de l'azote dans les aciers et à donner des méthodes précises pour son dosage ; elles sont encore employées aujourd'hui. Ces recherches ont eu un grand retentissement, car elles ont prouvé l'inexactitude de la thèse soutenue par Frémy prétendant que les propriétés de l'acier, et notamment sa dureté, étaient dues à l'azote.

De même, la méthode de dosage du silicium dans les aciers et celle du dosage du carbone par la réaction du bi-chlorure de mercure, ont été les premières à fournir des résultats exacts.

Boussingault a été aussi un novateur en découvrant la présence du silicium dans l'acier et en étudiant son influence sur les propriétés de celui-ci.

Très remarqué fut son mémoire sur la production, la constitution et les propriétés des aciers chromés ; ce fut, en effet, la première publication consacrée à ces alliages au moment où leur emploi a commencé à se généraliser.

Enfin il me faut rappeler son premier travail de 1821, repris et complété en 1876, dans lequel Boussingault a étudié la siliciuration du platine. En chauffant du platine en présence du carbone, il n'a pas obtenu de carburation dans les conditions de ses expériences, mais à une température très élevée, la silice est réduite ; le platine n'est pas modifié si on le chauffe dans du quartz ou de la silice très divisée, mais il absorbe du silicium lorsque l'opération est effectuée dans un creuset et cette particularité est due à l'action des cendres siliceuses du combustible. Cette observation qui, pendant longtemps, n'a présenté qu'un intérêt théorique a pris une grande importance aujourd'hui, car elle explique l'altération que les couples de platine éprouvent lorsqu'ils sont portés à haute température en présence de matériaux réfractaires.

Quand, après la guerre de 1870, il eut été chassé de sa terre d'Alsace par l'annexion, Boussingault passa une grande partie de l'année dans son laboratoire de la Loire.

Mais une douloureuse catastrophe, allait, en 1877, bouleverser cette existence paisible et heureuse ; la mort de Madame Boussingault détruisit à tout jamais son foyer. Profondément désemparé, le savant, touché par l'âge, voulut se recueillir pendant quelque temps dans son ermitage du Liebfrauenberg, témoin de tant de doux et glorieux souvenirs, puis sa fille, Madame Holzer, devenue veuve, le prit chez elle à Paris et c'est là qu'entouré par l'affection de ses deux filles et de ses petits-enfants, il acheva sa longue vie si utilement et si noblement remplie.

Doucement, il s'éteignit, le 11 mai 1887, à l'âge de 85 ans.

Les travaux réalisés par Boussingault dans l'Amérique du Sud et complétés plus tard en France, ainsi que son œuvre métallurgique, sont considérables et suffiraient à assurer la

Digitized by Google

réputation du savant. Ils ne constituent cependant pas la partie cardinale de son œuvre. Toutefois, si j'ai longuement insisté sur eux, c'est que ces travaux ont été quelque peu éclipsés par ceux consacrés à l'Agronomie, ainsi qu'à la Physiologie végétale et que, par suite, ils sont bien moins connus.

Pour la postérité, en effet, Boussingault restera essentiellement l'introducteur en agriculture des méthodes de la Chimie, de la balance. Il ne fut pas un théoricien en chambre ; chimiste, il se fit agriculteur, établissant ainsi l'union intime entre la ferme et le laboratoire ; à ce titre, il a été le véritable père des Stations agronomiques. Nul ne lui conteste son rôle d'initiateur et il n'est pas déplacé de rappeler à ce sujet le témoignage public qu'en ont donné, en 1877, les agronomes allemands, réunis pour un congrès à la station de Moechern, en lui envoyant le télégramme suivant : « *Au premier chimiste agricole, ses continuateurs adressent un chaleureux vivat.* »

Analyste ingénieux, habile, et d'une scrupuleuse conscience, il a imaginé nombre de méthodes de dosages, il en a perfectionné d'autres. Son labeur fut immense. Pendant soixante années, sans relâche, il analysa les produits naturels organiques les plus divers, végétaux et animaux ; tout ce qui entre, tout ce qui sort de la ferme, en particulier, terre, engrais, récoltes, bétail, a été pesé et dosé par lui.

Il a été essentiellement l'homme de l'azote que, sans se lasser, il a suivi dans son cycle fermé, du sol à la plante, de celle-ci à l'animal et de ce dernier au sol.

Facteur de la fertilité du sol et de la puissance nutritive des végétaux, aussi bien que de la constitution des animaux, l'azote est l'élément dont la connaissance importe avant tout pour la solution des deux problèmes fondamentaux de l'Agriculture, la production des plantes et celle des êtres qui en vivent. Aujourd'hui une telle notion est si bien établie que l'énoncer semble une banalité, mais il n'en était pas ainsi à la fin de la première moitié du siècle dernier ; pour bien juger du rôle d'un homme de science, il ne suffit pas d'apprécier les résultats de son œuvre avec le recul du temps, il faut aussi la situer au milieu des connaissances de l'époque à laquelle elle a été réalisée.

Le grand mérite de Boussingault est d'avoir posé nettement la question à laquelle il allait consacrer sa vie, de l'avoir disséquée et d'avoir délimité les contours des problèmes à résoudre. Puis, avec beaucoup de méthodes et une admirable ténacité, il a attaqué expérimentalement ces problèmes, sans jamais perdre de vue le programme qu'il s'était tracé. Se souciant peu de théories, il n'avait foi que dans l'expérimentation et dans l'analyse. Les innombrables données numériques accumulées par lui n'ont pas vieilli, beaucoup de ses méthodes sont encore employées. Comme on peut le penser, les nombreux expérimentateurs qui l'ont suivi, ont apporté des compléments à son œuvre, mais ils n'en ont pas modifié la base, celle-ci est restée inébranlable.

Je ne saurais exposer par le menu tant de Notes, tant de Mémoires, tant d'ouvrages ; leur diversité apparaît par la lecture des huit volumes de son *Agronomie*, dans lesquels beaucoup d'entre eux sont reproduits ou développées ; je dois me contenter de donner un aperçu des points de vue principaux et de chercher à en préciser l'enchaînement, je ne m'astreindrai pas à les suivre dans leur ordre chronologique.

. . . . . .

Je voudrais pouvoir rappeler bien d'autres travaux intéressants, l'analyse de l'air atmosphérique effectuée, avec J.-B. Dumas (1841), pour la première fois par la méthode de la pesée et qui fournit des résultats d'une grande précision, le dosage du gaz carbonique contenu dans d'air et encore la méthode pour extraire l'oxygène de l'atmosphère par la baryte..., mais je dois m'arrêter et conclure.

Pour cela, sans insister à nouveau sur la multiplicité, la variété et l'importance de ceux des travaux de Boussingault qui ne sont pas consacrés à l'Agronomie, je ne saurais mieux faire que de rappeler le jugement porté sur son œuvre principale par une haute autorité, par l'un de nos confrères, lui aussi, agronome éminent et chimiste impeccable qui, lui encore, a terminé, il y a peu d'années, parmi nous sa longue vie de travail et d'honneur, entouré de notre respect et de notre admiration pour la perfection de son labeur. Lors de l'inauguration du monument élevé au Conservatoire des Arts et Métiers à la mémoire de Boussingault, J.-J.-Th. Schlœsing s'est exprimé ainsi :

« De longues années nous séparent de la publication de ses plus importants Mémoires ; en les relisant, on est frappé d'un caractère qui, n'appartient pas d'ordinaire aux ouvrages déjà anciens : ils n'ont, pour ainsi dire, pas vieilli. Des livres fameux ont passé avec les discussions et les théories qu'ils soutenaient ; ceux qui rapportent surtout des expériences bien faites et des phénomènes bien observés ne passent pas. Quiconque professe l'économie rurale ou la chimie agricole a médité et médite encore Boussingault.

« Et les découvertes du maître ne sont pas seulement impérissables ; elles ont aussi l'avantage de compter parmi celles qui n'engendrent que des bienfaits. Nous voyons chaque jour de nouvelles et surprenantes applications de la science à l'industrie ; le bien-être général en est accru ; mais que de fois n'est-ce pas au prix

Digitized by Google

de durs sacrifices imposés à quelques-uns, au prix d'un travail accompli dans des conditions matérielles et morales qui font qu'on est tenté de se demander si le progrès est bon ! L'agriculture diffère, à cet égard, des autres industries. Son immense atelier est tout au grand air, à la face du ciel ; son labeur est sain et réconfortant ; ses perfectionnements sont profitables à tous. Ainsi, dans l'œuvre d'un grand agronome. tout contribue au bonheur des hommes, tout est bien »,

A. LACROIX,
Secrétaire perpétuel
de l'Académie des Sciences.

CONGRÈS INTERNATIONAL DES GÉOMÈTRES

Voici un congrès qui a été une véritable révélation en France du point de vue social et économique aussi bien que du point de vue technique.

Les géomètres experts peuvent-ils prétendre constituer une profession, se demandait ici même M. Pierre Larue, le 25 juillet 1914, dans un article où il rendait compte d'un Congrès national des géomètres français. Ses conclusions, dont il soulignait le pessimisme, n'ont pas tenu devant les nécessités créées par la guerre, le géomètre ayant été appelé dans les canevas de tir à un rôle qui a été très hautement apprécié par les autorités militaires, le géomètre expert ayant été l'homme nécessaire pour la remise des terres occupées, ravagées, puis libérées, entre les mains de leur véritable propriétaire. La reconstitution foncière a fait un tel appel aux professionnels dont nous parlons, qu'il a fallu hâtivement procéder au recrutement parmi les techniciens des professions vers lesquelles M. Larue prétendait que les géomètres devaient s'échapper dès que, comme instruction, ils avaient atteint une moyenne qu'il ne précisait d'ailleurs pas.

Déjà nous lui avions rappelé dans une lettre personnelle la phrase de Ch. Nodier : « Dans une bonne civilisation, les gens qui ne progressent pas, qui n'ont pas progressé et qui ne progresseront probablement jamais, n'en méritent pas moins des égards ». Aujourd'hui, après des assises internationales dont l'importance et l'intérêt ont impressionné les assistants les plus indifférents, il faut reconnaître les faits : la profession de géomètre-expert a des attributions semblables dans tous les pays ; elle dispose de techniques qui lui sont bien propres, elle possède une élite internationale, elle dirige elle-même sa progression intellectuelle et matérielle. C'est donc qu'elle a sa raison d'être et qu'elle doit avoir une existence sociale et technique classée.

Certes, les apologues du Renard et les raisins, du Singe et la noix, peuvent être ici évoqués et on pensera que certains n'ont pas su atteindre aux qualités professionnelles nécessaires, ou encore n'ont pas su apercevoir les aspects variés de ses attributions. C'est que ces aspects sont aussi divers que les formes de la propriété foncière et de sa production.

Lorsqu'on veut exercer une profession, la première condition est d'en connaître les ressources et les techniques, afin de pouvoir recueillir le fruit de ses efforts. Evidemment, si le géomètre-expert ne devait être qu'un opérateur de mesquins mesurages ruraux, qu'un vague intermédiaire entre propriétaires, il faudrait admettre que point ne serait besoin de se préoccuper de ce médiocre « sous-conducteur, ou sous-architecte », selon M. Larue.

Mais celui-ci n'a-t-il pas sous-estimé le rôle des géomètres experts auprès de la propriété foncière sous toutes ses formes ? Il est bien évident qu'il y a une hiérarchie des métiers et que cette hiérarchie s'évalue dans l'ordre social à l'aide des trois formes d'activité : l'initiative, la direction, l'exécution.

Il se peut que certains géomètres tenant compte de la loi du moindre effort, aient préféré une activité sans risques et sans gloire en se cantonnant dans les attributions professionnelles d'exécution. Cela ne veut pas dire que les autres attributions n'existent pas et ne permettent pas au géomètre de se classer parmi les professions libérales pour qui les facultés d'imagination et d'initiative personnelles sont indispensables.

Il suffit pour se faire cette conviction de noter que les améliorations agricoles : drainage, irrigation, aménagement de domaines ruraux, ouverture de chemins ruraux, sont le plus généralement étudiées par les géomètres, à l'étranger aussi bien qu'en France.

Il suffit de rappeler que l'opération si complexe au triple aspect économique, juridique et technique : le remembrement, incombe au géomètre. Citerons-nous les plans d'aménagement de villes qui prolongent les lotissements.

N'est-ce pas que ces travaux ont une importance suffisante et exigent une culture générale qui sont bien de nature à classer très haut le professionnel susceptible de les susciter, de les projeter, de les diriger et les exécuter ?

Et pourtant, ce ne sont pas ses seules occupations. L'ordre et l'organisation de la propriété foncière, la conservation de ses droits et de

Digitized by Google

ses limites, le préoccupent, et le Cadastre, l'immatriculation foncière, le Livre Foncier sont établis et mis à jour par ses soins.

Et cet ensemble d'attributions importantes que nous venons de parcourir oblige à mettre en œuvre les méthodes et les instruments de la géodésie, de la topométrie, à interpréter les législations et jurisprudences que dans tous les pays on confronte pour justifier et régler les droits contradictoires des propriétaires.

Qu'on veuille bien y réfléchir. Du fait des attributions qui précèdent, la profession du géomètre chevauche sur trois branches de culture intellectuelle généralement très indépendantes : la technique mathématique, la jurisprudence et les sciences économiques. Et ma conviction est que ce chevauchement indispensable de son éducation est le principal obstacle à son recrutement et à la compréhension de son existence dans le plan social. Et ma conviction est non moins profonde que l'enseignement qui lui est donné, s'il est bien compris, doit s'inspirer de la triple direction énoncée ci-dessus. Il en fera par voie de conséquence un technicien très éclectique, qui sera, dans les campagnes, le conseil écouté pour l'aménagement, l'amélioration, l'organisation d'une propriété foncière toujours meilleure productrice, le promoteur, le propagandiste, le technicien du village mieux distribué, plus sain, plus agréable à vivre, et qui sera dans la banlieue le meilleur lotisseur, concourant à un urbanisme moderne et judicieux.

Mais revenons au congrès qui nous a inspiré les réflexions précédentes, d'ailleurs nécessaires pour faire connaître au lecteur ceux qui l'ont tenu.

Ce Congrès a été organisé par l'Union des Géomètres experts français, celle-là même qui avait organisé en 1913 un important congrès national et qui succède directement à l'Association française organisatrice en 1878 du premier congrès international de géomètres. C'est le troisième congrès international tenu dans le monde, le deuxième ayant été tenu en 1910 à Bruxelles.

Les géomètres français, cette fois, avaient obtenu des appuis sérieux et il faut s'incliner devant l'effort de solidarité nationale réalisé, cause d'ailleurs du grand succès. Les ministères des Affaires étrangères, de l'Agriculture, des Finances, ont, chacun dans leur domaine, fourni le concours et la participation de leurs services. L'Institut international de Coopération intellectuelle acceptait de reconnaître parmi les institutions qu'elle patronne la nouvelle Fédération internationale de Géomètres et acordait la disposition des magnifiques salons qu'elle occupe. Les services du Cadastre, du Plan de Paris, de la Tunisie, de Madagascar, apportaient leur participation effective. M. Roland-Marcel, toujours acquis aux idées neuves, laissait quelques salles de la Bibliothèque Nationale disponibles pour l'exposition des travaux et instruments.

Ce groupement d'efforts a permis de réunir à Paris les représentants de 18 Etats : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Italie, Lettonie, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Russie, Suisse, Suède, Serbo-Croatie-Slovénie, Tchéco-Slovaquie ; d'un associé du dominion anglais l'Afrique du Sud ; de deux dépendances françaises : la Tunisie et la Syrie. Les Etats-Unis et Madagascar, adhérents au Congrès, n'y étaient pas représentés. Soit un total de 23 pays adhérents.

La séance d'ouverture tenue à l'Institut International de Coopération intellectuelle, rue de Montpensier a été l'occasion d'une intéressante conférence de M. Dehalu, administrateur de l'Université de Liège, directeur de l'Observatoire de Cointe, sur les levers souterrains.

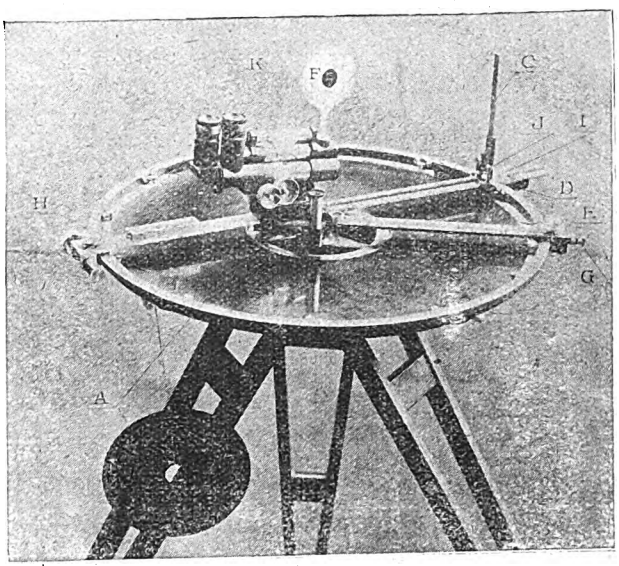


Fig. 365. — Le Tachéomètre graphique. Instrument principal.

La première commission présidée par M. Petrik, recteur de l'Université technique de Prague, s'est occupée avec le rapporteur général M. Rysavy, docteur et professeur de l'Université de Prague, de l'unification des signes conventionnels. M. Baron, géomètre à Nancy, était secrétaire de ladite commission.

La deuxième commission présidée par M. Baeschlin, professeur à l'Université de Zurich, avec M. Jarre, ingénieur topographe à Paris, s'est préoccupée de l'étude des instruments et, notamment des applications de la photographie au lever des plans.

Digitized by Google

La troisième commission sous la présidence de M. Mermoud, géomètre et député suisse, avec M. Bagger-Jorgensen, géomètre principal suédois, s'est occupée de l'enseignement du géomètre. Elle a émis le vœu que les études dans tous les pays s'échappent un peu de l'obsession cadastrale et tendent de plus en plus à faire du géomètre le technicien de l'aménagement de la propriété foncière. On y a proclamé l'intérêt des échanges d'élèves de pays à pays. Mlle Danger Th., Ingénieur des Arts et Manufactures, géomètre, était la secrétaire de cette commission.

très goûtée, il a fait ressortir l'heureuse influence de la technique du géomètre sur la construction des instruments de précision.

La particularité de cette Exposition consistait dans une présentation connexe non encore réalisée jusqu'ici, des instruments français et étrangers de la géodésie et de la topométrie. On a pu constater que si des maisons comme Wild, Coradi, Kern, en Suisse, présentaient de très originales nouveautés au triple point de vue de la précision, de la facilité de manœuvre et de l'optique, les maisons françaises telles que Chasselon, les Lunetiers, Morin, etc., avaient

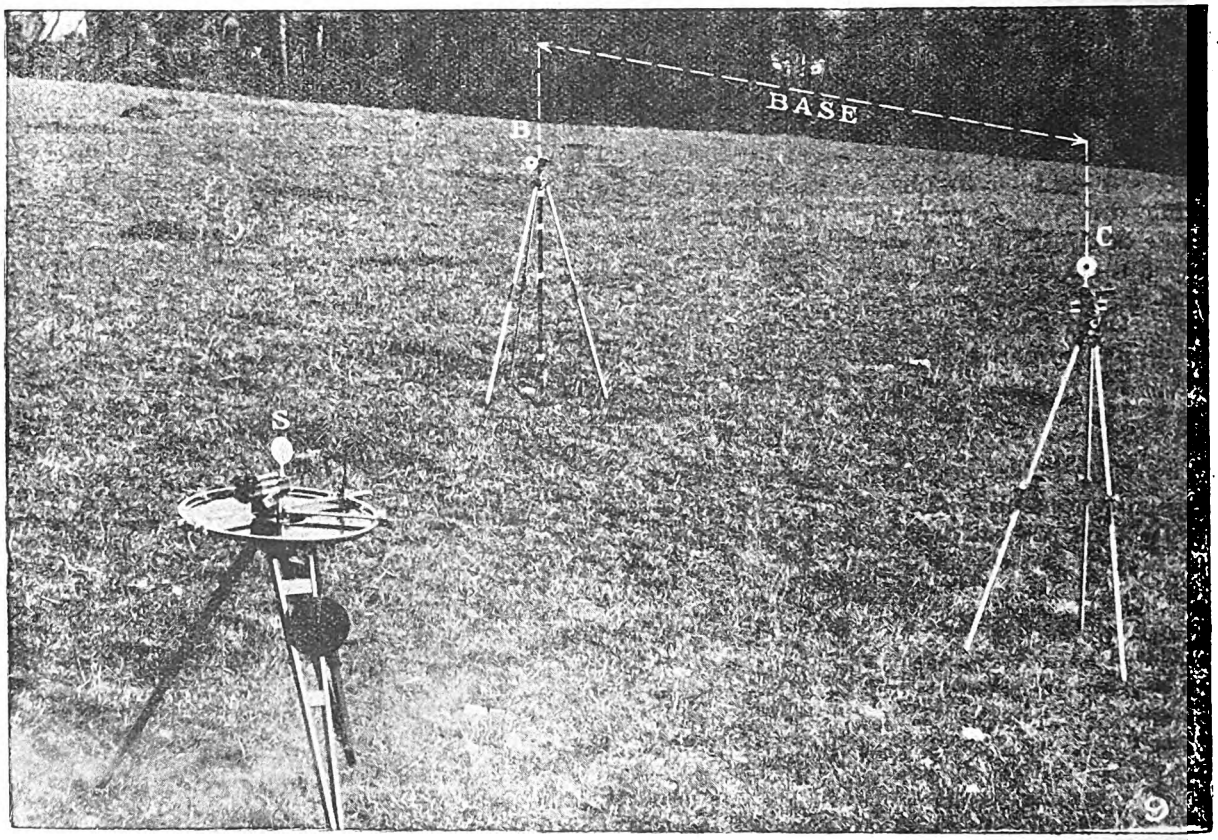


Fig. 366. — Le Tachéomètre graphique et ses accessoires sur le terrain.

La quatrième commission, présidée par M. Drower, de l'Association des Surveyors Anglais, avec M. Van Hören, de Bruxelles, comme rapporteur général, traite des expropriations pour cause d'utilité publique et des plans de villes. Des rapports fort intéressants y ont été communiqués par le secrétaire M. Bourgoin, géomètre à Valenciennes.

L'exposition très remarquable des travaux et instruments tenue à la Bibliothèque Nationale a été ouverte par M. Labbé, le distingué directeur de l'enseignement technique au Ministère de l'Instruction publique. Dans une allocution

de leur côté réalisé de très belles et très curieuses constructions (1). La même flatteuse opinion, agréable pour notre orgueil national, s'est manifestée dans la comparaison des travaux des géomètres français et étrangers, plans de villes, de remembrements, de cadastres, de triangulations.

Des visites étaient en outre organisées dans les plus importants établissements techniques français. C'est ainsi que l'Ecole Spéciale des

(1) Comme l'appareil J. Gaultier dont nous donnons la photographie (fig. 365).

Digitized by Google

travaux publics accueillait deux cents congressistes venus pour étudier l'installation de l'Ecole des Géomètres à Arcueil. Le conservatoire des Arts-et-Métiers les recevait encore au dépôt de la collection historique des appareils et machines à calculer.

L'Assemblée solennelle était tenue sous la présidence d'honneur de M. l'Administrateur du Cadastre Turpin, représentant le Ministre des Finances, et sous la présidence effective de M. Roupcinsky, de Bruxelles, président de la Fédération Internationale des Géomètres.

M. Guillaume, membre de l'Institut, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, y a fait une remarquable conférence sur

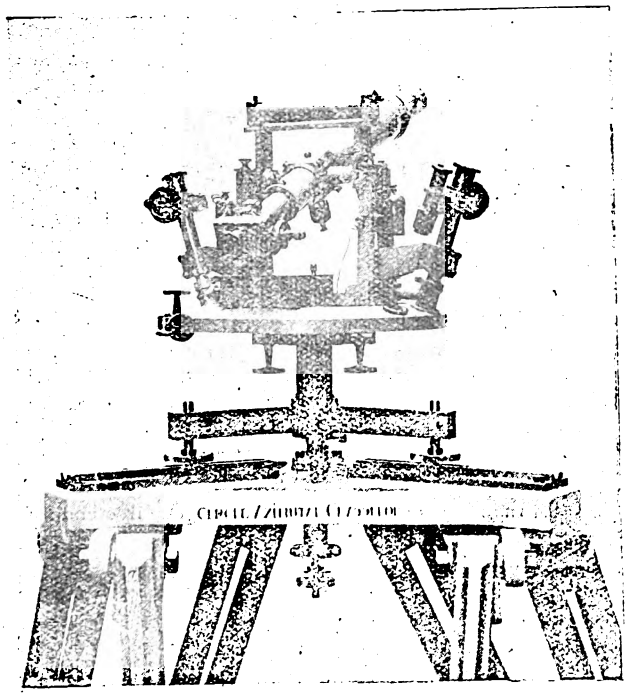


Fig. 367. — Cercle azimutal de Chasselon

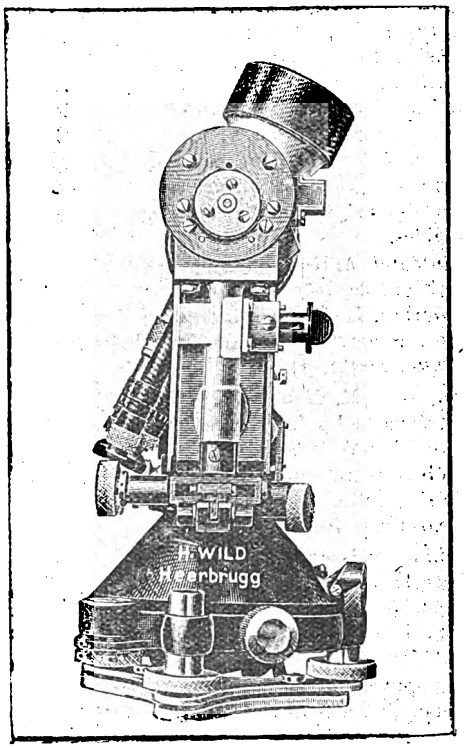


Fig. 368. — Théodolite de Wild.

les mesures de bases géodésiques au fil d'invar. En outre, une visite de l'installation du pavillon de Breteuil avec ses extraordinaires appareils d'étalonnage, était dirigée par lui et ses adjoints.

Les manifestations aimables n'ont pas manqué à ce Congrès : réception à l'Hôtel de Ville par M. Godin, président du Conseil Municipal ; réception à l'Institut de Coopération intellectuelle par M. Luchaire, directeur de l'Institut. Une visite au palais et jardins de Versailles, où M. Guéritte, architecte en chef des monuments historiques, a fait une conférence très goûtée sur l'art des jardins. Et enfin, un banquet de trois cents couverts à l'hôtel Lutetia. M. Queuille, ministre de l'Agriculture, en avait accepté la présidence. On remarquait à ses côtés, outre MM. Roupcinsky et Peltier, présidents du Congrès, MM. les représentants des ministères des Affaires étrangères et des Finances, le colonel Lamothe, représentant le Directeur du Service Géographique de l'Armée, le colonel Perrier et M. Guillaume, membres de l'Institut, le Dr Chauveau, sénateur, M. Eyrolles, ingénieur-directeur de l'Ecole des Travaux Publics, M. Roussilhe, directeur du Service des Etudes du Cadastre, M. Rolley, inspecteur général du Génie rural. On remarquait aussi : M. Petrick, recteur de l'Université technique supérieure de Prague, M. Kohlschütter, directeur de l'Institut Géodésique de Potsdam, les directeurs du cadastre de l'Italie, la Tchéco-Slovaquie, la Hongrie, l'Autriche, la Pologne, le Danemark, etc. ; les présidents de toutes les sociétés professionnelles de l'Europe ; la plupart des directeurs de journaux professionnels, les directeurs des services des plans de villes de Prague, Copenhague, Paris, Luxembourg, et naturellement les présidents des sociétés françaises départementales de géomètres fédérés, parmi lesquels les organisateurs, le secrétaire général M. Butault et le trésorier M. Mora, d'Epernay.

Cette agréable manifestation offrit une originale particularité. Les toasteurs étrangers, avec un enthousiasme très grand pour la ré-

Digitized by Google

ception française, évoquèrent chacun succinctement les caractéristiques de l'exercice de la profession dans leur propre pays et cela permit de noter la similitude d'action des géomètres, l'unité de vue qui se dégageait de leur réunion qui manifeste que des efforts ainsi coordonnés ne sauraient maintenant se disperser.

On peut être persuadé que les grandes administrations françaises intéressées : l'enseignement technique, le génie rural, le cadastre et l'agriculture en général, ont aperçu l'opportunité de ce congrès et de la fédération des géomètres et qu'ils sauront sans tarder en tirer les conclusions nécessaires pour l'ordre et le progrès de la propriété foncière.

R. DANGER.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématique

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1926). — *Théorie des fonctions. M. A.-S. Besikovitch* envisage les ensembles plans A de mesure linéaire finie; il définit en chaque point les densités supérieure et inférieure de l'ensemble; lorsqu'elles sont égales toutes deux à un en un point de A, le point est dit *régulier;* il sera *irrégulier* dans le cas contraire. L'auteur montre que les points de chaque catégorie jouissent de propriétés bien distinctes; les premiers généralisent la classe des courbes rectifiables.

Calcul intégral. Après avoir rappelé des résultats de MM. Lebesgue, Zoard de Geöcze et Tonelli sur la quadrature des surfaces courbes, M. *T. Rado* indique un procédé de calcul régulier fort remarquable qui fournit l'aire de toute surface *continue*, $z=f(x, y)$.

Analyse. — 1. M. *Maurice Gevrey* étend aux équations aux dérivées partielles linéaires du second ordre, du type elliptique (et à un nombre quelconque de variables) les résultats obtenus récemment dans la théorie du potentiel : unicité, continuité de la solution; principe des singularités positives, fonction de Green.

2. Green a envisagé le prépopentiel plan, qui correspond, dans le plan à des attractions proportionnelles à $r^{-(2h+)}$; M. *Pierre Humbert* montre comment on peut calculer sur la sphère les solutions de l'équation aux dérivées partielles du prépotentiel.

3. En s'appuyant sur les systèmes déterminants de MM. Lusin et Souslin, sur un théorème de M. Fatou et en construisant une surface de Riemann R à une infinité de feuillets, M. *Paul Urysohn* forme une fonction analytique, fournissant la représentation conforme de R sur un cercle, et dont l'ensemble des valeurs-limites sur le cercle est non mesurable B.

4. M. *N. Gunther* attache un nombre à chaque domaine de l'espace; l'ensemble de ces nombres constitue une quasi-fonction; par ce procédé l'auteur généralise des notions connues, comme celle de l'intégrale de Stieltjes.

5. Les $\xi_n(x)$ étant holomorphes dans leur domaine commun d'existence, est-il possible que les opérations $T\,x^n = \xi_n(x)$ $(n=0, 1, \ldots)$ définissent une transmutation linéaire (le choix des ξ étant d'ailleurs arbitraire)? Quelle que soit la définition de la norme de la fonction-résultat, répond M. *Paul Flamant*, on peut toujours définir la norme des fonctions-objets de manière que T soit continue pour les polynomes (la norme constitue la généralisation de la longueur d'une fonction, envisagée comme vecteur astrait d'un espace fonctionnel).

6. M. *Léon Pomey* transforme des équations aux dérivées partielles à une infinité de variables en équations intégro-différentielles, qu'il intègre par des séries procédant suivant les puissances d'un paramètre; il donne à ce sujet divers théorèmes de convergence.

7. Utilisant la notion de fonction à variation bornée qu'il a introduite récemment dans le domaine à deux variables, M. *Leonida Tonelli* énonce diverses conditions qui permettent d'affirmer que la série de Fourier de $f(x, y)$ converge vers $f(x, y)$.

8. Dans le cas général les équations aux dérivées partielles du 1er ordre à n variables indépendantes possèdent ∞^{2n-1} courbes caractéristiques; ce nombre se réduit à ∞n pour les équations linéaires; après Lie, Engel et M. Cartan, M. *G. Cerf* étudie les cas intermédiaires; il donne notamment des critères nécessaires et suffisants pour que, dans les espaces à $n+1=4$ ou 5 dimensions il existe ∞^{2n-k} $(k>1)$ courbes caractéristiques.

9. M. *André Roussel* établit l'existence d'un extremum absolu pour une catégorie étendue de problèmes isopérimétriques; il traite d'abord directement le cas de l'intégrale

$$\int F(y, x'\ y')\,ds \qquad \left(x'=\frac{dx}{ds}\ y'=\frac{dy}{ds}\right)$$

en substituant s à x comme variable; puis il étend ses résultats au cas où F contient x et à des problèmes plus généraux.

10. M. *Riquier* étudie les équations de *Monge-Ampère* et indique des conditions suffisantes de forme très générale pour leur intégration complète ou incomplète.

11. M. *Jacques Chokalle* donne des polynomes de Tchebycheff φ_n et de leurs dérivés l'évaluation asymptotique suivante :

$$\varphi_n^{(k)} = n^k \left[\frac{2z-a-b+2\sqrt{(z-a)(z-b)}}{b-a}\right]^{n-k} \Phi_k(z),$$

Φ ne dépendant pas de n.

Géométrie. — Comme suite à des travaux de MM. Brouwer et Urysohn, M. *Paul Alexandroff* démontre un théorème qui permet de déformer infiniment peu un ensemble fermé et borné F de l'espace euclidien en un ensemble formé d'un nombre fini de tétraédroïdes, dont l'un au moins a le même nombre de dimensions que F.

Mécanique céleste. — Soient V et V′ les potentiels attractifs d'un astre en équilibre hydrostatique, et correspondant à deux distributions des densités différentes. D'après Stokes on a $V'=V$. M. *Véronnet* démontre cette relation en écrivant $V'-V=f\Sigma\,\frac{V'_n-V_n}{r^{n+1}}$ et en établissant directement que $V'_n=V_n$.

Mécanique des fluides. — 1. Comme le montre M.

Digitized by Google

Alfred Rosenblatt, les surfaces équipotentielles d'un liquide visqueux irrotationnel dans lequel l'effort est normal à ces surfaces sont des surfaces parallèles; les lignes de flux leur sont normales. Si le liquide est incompressible, les surfaces sont des sphères, des cylindres ou des plans.

12. M. H. *Galbrun* précise et étend les résultats de M. *Esclangon* sur la propagation d'une onde sonore, en les rattachant aux travaux de M. Hadamard sur la propagation des discontinuités du second ordre. Quand l'état de l'atmosphère ne dépend que de l'altitude et que la vitesse du vent est horizontale, on peut discuter les équations différentielles des rayons sans introduire aucune hypothèse sur la nature des fonctions représentant l'état ou la vitesse; et l'on peut étudier de même la surface focale de la congruence des rayons.

Physique mathématique. — En appliquant les méthodes du calcul des variations à des équations générales de sa *Gravifique einsteinienne*, M. *Th. de Donder* obtient les équations de la quantification de l'électron, et notamment, à titre d'exemple, l'équation de M. Schrödinger.

René Garnier.

Physique

La phosphorescence aux basses températures. — Les sulfures alcalino-terreux, qui présentent une belle phosphorescence, à la température ordinaire, cessent de luire à — 80° Ils ne s'illuminent pas si on les excite à cette température. Ils emmagasinent cependant de l'énergie lumineuse qu'ils peuvent émettre ensuite à température plus élevée.

A la température de l'air ou de l'hydrogène liquides, un grand nombre de corps minéraux et de substances organiques sont phosphorescents, c'est-à-dire que, soumis à l'action de rayons lumineux, ou mieux de radiations invisibles ultra-violettes, ils acquièrent la propriété d'émettre la lumière. Ainsi, la gélatine, le celluloïd, la paraffine, l'ivoire, le caoutchouc, etc., qui sont à peine phosphorescents à la température ordinaire, le deviennent très fortement à — 180°.

D'après les expériences de Dewar, la phosphorescence aux très basses températures serait une propriété très générale de la matière. Les corps incolores paraissent, dans ces conditions, à peu près tous phophorescents, les corps colorés le sont moins, en général. L'addition d'un corps coloré, tel que l'iode, suffit pour détruire la phosphorescence très nette des alcools.

La phophorescence, souvent assez faible tant que les corps sont maintenus à basse température, devient extrêmement brillante pendant la période de réchauffement. L'expérience est tout à fait remarquable avec le platinocyanure de baryum dans l'air liquide; la phophorescence de ce sel est très faible, mais en renversant l'air liquide, de manière que les cristaux puissent se réchauffer rapidement, ils acquièrent une phosphorescence très vive, dont l'éclat a pu être comparé par Dewar à celui d'une lampe.

Jusqu'aux températures les plus basses qui aient été réalisées, les substances radioactives demeurent luminescentes et peuvent exciter la phosphorescence du platino-cyanure de baryum. De même, la phosphorescence des sels d'uranyle n'éprouve aucune modification quand on les refroidit jusqu'à la température de l'hydrogène solide.

Aux très basses températures, les gaz solidifiés sont phosphorescents. Dans le spectre de la lumière émise par l'azote solide, sous l'influence d'un bombardement cathodique, Végard a constaté la présence de la raie verte observée depuis longtemps dans le spectre des aurores polaires, mais dont l'origine n'avait pu jusque là être élucidée. Les régions spectrales bleue et violette sont pratiquement identiques dans la lumière de l'aurore et dans celle fournie par la phosphorescence de l'azote solide. Aussi Végard croit-il pouvoir attribuer la production des aurores polaires à la présence, dans la haute atmosphère, au-dessus de 80 kilomètres, de tout petits cristaux d'azote solide qui deviendraient luminescents sous l'influence des électrons émis par le Soleil. Ces recherches sur la phosphorescence que présentent, aux très basses températures, des gaz solidifiés, se rattachent ainsi, de manière imprévue, à de très curieux phénomènes cosmiques.

A. Bc.

Météorologie

La pluie de sang du 30 octobre 1926. — Les pluies colorées furent toujours l'objet de l'étonnement des peuples, et la croyance populaire appelait « pluie de sang », celles colorées de rouge, ou « pluie de soufre », celles colorées de jaune.

Depuis Homère, qui rapporte qu'une « pluie de sang » s'abattit sur les héros grecs, jusqu'à nos jours, on put enregistrer un grand nombre d'observations de cette précipitation curieuse, phénomène qui fut toujours interprété, selon les tendances ou les croyances du lieu ou de l'époque, comme un présage plus ou moins effrayant. Ce n'est qu'en 1669, le 17 mars, jour où il tomba une « pluie de sang » à Châtillon-sur-Seine, que l'on commença à soupçonner la vérité. « Il tomba en plusieurs endroits de la « ville, dit à ce propos l'Histoire de l'Académie des Scien« ces, une espèce de pluie ou de liqueur roussâtre, épaisse, « visqueuse et puante, qui ressemblait à une pluie de « sang. On en voyait de grosses gouttes imprimées con« tre les murs; ce qui fait croire que cette pluie était for« mée d'eaux stagnantes et bourbeuses, enlevées par un « tourbillon de vent de quelque mare des environs... »

On remarqua, depuis cette époque, des pluies rouges et jaunes et surtout dans le midi de la France, l'Italie, les Balkans et la Turquie, ce qui s'explique aisément si l'on admet comme l'hypothèse la plus vraisemblable, que le principe colorant de ces pluies provient des sables des déserts sahariens, soulevés par les tempêtes, et dont les éléments les plus ténus peuvent être entraînés dans la haute atmosphère et transportée à des distances considérables. Le simoun, le sirocco, peuvent soulever en effet des tonnes de ces particules. Aux îles Canaries, où le sol est exclusivement volcanique, on constate cependant la présence de dunes sableuses formées par les apports que les vents d'Est ont empruntés aux déserts africains. En 1846, au cours de l'automne, une pluie de terre accompagnant un cortège d'orages, d'ouragans avec tonnerre et éclairs, s'abattit sur la France, l'Italie et jusqu'en Turquie. Elle recouvrit d'un précipité très abondant le Jura et le Midi de la France. Le château de Chamagneu reçut un crépi qui le rendit méconnaissable. A Valence, la couche fut si épaisse que l'on dut curer les gouttières et dégager les tuyaux de descente. Fournet rapporte un calcul duquel il résulte que, pour le département de la Drôme seulement, les nuées ont dû charrier sur la contrée le poids énorme de 72 tonnes de cette terre !...

On retrouve de semblables pluies en 1847 à Chambéry, en 1862 dans le Centre, en 1863 où l'on observa la chute d'une neige que l'on crut teintée de sang, puis le 10 mars 1869, le 13 février 1870, etc. Il est du reste assez intéressant de constater que c'est surtout au printemps et en automne, vers l'époque des tempêtes équinoxiales, que ces pluies singulières se produisent le plus souvent.

Digitized by Google

C'est une pluie de cette nature qui tomba le 30 octobre, vers 18 h. 30, à l'Isle-sur-Serein (Yonne). Le lendemain matin, les habitants eurent l'étonnement de constater que l'abondante pluie qui avait commencé à 18 heures 30, et qui était tombée toute la soirée et une partie de la nuit (22 m/m en 24 heures), avait laissé partout un dépôt terreux de couleur rougeâtre, onctueux au toucher. Dans les auges destinées à recueillir les égouts des toits, l'eau était limoneuse, couleur de rouille; le linge laissé dehors par les laveuses, souillé d'un limon couleur roux, dut être remis en lessive. Dans la journée du 31, on pouvait recueillir sur les feuilles des arbres, dans les gouttières, un dépôt brun-rosé, assez semblable à de la poudre de cacao, abandonné partout par la chute de pluie. Au microscope, ce limon se révélait constitué par de minuscules cristaux semi-transparents et par des poussières assez brillantes, avec un support argileux.

Il est logique d'attribuer cette curieuse précipitation à l'apport par la haute atmosphère des parties légères des sables que les vents violents observés un peu partout quelques jours auparavant ont pu arracher aux déserts. On remarquera précisément que, le 24 octobre, une tempête violente, accompagnée d'orages, par vent du S.-O, sévit pendant 48 heures. Cette tempête marqua le commencement d'un cyclone abordant le territoire français avec direction générale S.S.W. Les appareils de l'observatoire de la Guette, (l'Isle-sur-Serein), enregistrèrent, du 25 à minuit jusqu'au 26 à 18 heures, c'est-à-dire pendant 42 heures, le passage de 710 kilomètres de vent, chiffre considérable, avec des vitesses de 20 mètres à la seconde, soit 75 kilom. à l'heure. Après trois jours d'accalmie, une nouvelle tempête, marquant la fin du cyclone, apporta précisément le 30 octobre, par vent du Sud, la pluie curieusement colorée signalée non seulement dans nos régions, mais un peu partout en France en particulier tout le littoral méditerranéen. L'examen des graphiques des enregistreurs montre l'identité du mouvement cyclonique dont la première atteinte, le 25 à 14 heures, se manifesta par la chute du mercure à 735 m/m, venant de 760, et dont la seconde, le 29 à 10 heures, atteignit 732 m/m., venant de 756,6. Il paraît possible de conclure de cet ensemble de données, ainsi que de certaines remarques faites au cours d'observations précédentes d'un semblable phénomène, que les sables des déserts d'Afrique arrachés par un vent violent, et entraînés par dessus la Méditerranée vers le golfe du Lion, furent rejetés par le mouvement de rotation cyclonique dans la direction du Nord.

L'eau de cette pluie « de sang », soumise à l'évaporation, abandonna un dépôt de 5,75 milligrammes par litre, soit, pour 10 millimètres de pluie, 570 grammes à l'hectare. Si l'on songe que le département de l'Yonne a une étendue de 746.000 hectares, et si l'on admet qu'la pluie y soit tombée partout dans les mêmes conditions, ce serait une masse de 525 tonnes de matière solide que la chute du 30 octobre y aurait abandonnée. Deux trains de 27 wagons chargés à plein, seraient nécessaires pour transporter cet ensemble!...

On remarquera donc que cette chute de pluie du 30 octobre dernier était particulièrement riche en matières en suspension, puisque l'apport dont parle Fournet pour le département de la Drôme n'était que de 72 tonnes seulement, lors de la fameuse « pluie de sang » de 1846 qui avait été rapportée déjà comme un événement considérable.

G. Benoît de l'Isle,
Directeur de l'Observatoire de la Guette.

T. S. F.

Nouvelle méthode pour produire et mesurer de très faibles courants à haute fréquence. — Il est souvent utile de posséder une source de courants à haute fréquence très faibles, mais connus avec une précision assez grande (mesures de rayonnement, mesure du rapport d'amplification d'un appareil à lampes, etc.). La méthode habituelle pour obtenir de tels courants consiste à produire un courant d'intensité suffisante pour être mesuré par un appareil à courant alternatif et à l'atténuer dans un rapport connu. Ceci exige que les appareils où se produisent cette atténuation soient enfermés dans une cage de Faraday bien étanche pour éviter l'action directe de l'émetteur sur l'appareil à l'essai. De plus, pour qu'un tel système soit pratique, il faut que le rapport dans lequel est affaibli le courant soit indépendant de la fréquence.

La méthode préconisée par M. Walter van B. Roberts, et dont on va donner le principe, possède cette particularité qu'elle fournit directement l'intensité voulue. De plus, cette intensité est déterminée d'après la lecture d'un appareil à courant continu, de sorte qu'il n'est pas difficile de mesurer des courants de l'ordre du microampère ou même moins. On se base pour cela sur le fait bien connu que quand deux f.e.m. sinusoïdales de fréquences f et f' agissent sur un circuit ne suivant pas la loi d'Ohm, le courant résultant contient, en général, des composantes de fréquences o, 2f, 2f', f+f', f-f'. Sous certaines conditions précisées par l'auteur, on montre que l'amplitude du courant de fréquence f-f' (ou fréquence des battements) est égal à deux fois la racine carrée du produit des courants produits par les deux tensions appliquées agissant séparément. Cette amplitude peut donc, dans ces conditions, être déduite d'une façon précise des lectures d'un appareil à courant continu. Dans ses essais, l'auteur a maintenu constante une des fréquences (3.000 kilocycles) et a fait varier l'autre de façon à engendrer des battements de fréquences voisines de 1.000 kilocycles. De plus, on peut, si on le désire, moduler la source à fréquence constante; on montre que le courant de fréquence f-f' est modulé au même taux et que ce taux reste constant quand la fréquence des battements varie.

Comme variantes, M. W. van B. Roberts a essayé de n'utiliser qu'une seule f.e.m. sinusoïdale; on peut, en effet, trouver une relation entre la valeur du courant continu et l'intensité du courant de fréquence 2f qui apparaissent après détection. Outre que cette relation n'est plus aussi nette, diverses difficultés, notamment l'action directe du deuxième harmonique sur le circuit détecteur rendent cette simplification d'une application délicate. Enfin on peut se servir de ce deuxième harmonique comme courant désiré. Dans ce système, comme d'ailleurs dans le précédent, le taux de modulation est doublé et rien ne prouve qu'il reste constant quand la fréquence varie.

En définitive, le premier montage est un peu compliqué, mais plus sûr et plus souple; le troisième peut rendre service dans des appareils portatifs pour mesurer des intensités de champs où il n'est pas nécessaire de moduler le courant d'étalonnage.

P. Abadie.

Digitized by Google

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chauffage

Progrès et problèmes dans la construction des foyers et des chaudières. — Dans la dernière décade, on a fait à ce sujet énormément de recherches. Dans les foyers, nous constatons que les foyers à grille sont en concurrence avec les foyers à combustible pulvérisé; il ne faut cependant pas croire que dorénavant le foyer à grille sera complètement remplacé par le foyer pour combustible pulvérisé. Ainsi, par exemple, ce sera toujours sur une grille qu'on brûlera le lignite; l'avantage du foyer à grille réside surtout dans l'économie des frais d'installation. En employant le réglage automatique imaginé récemment, on arrive à simplifier singulièrement le service des chaudières. Le chauffage par le combustible pulvérisé convient surtout pour les grandes chaudières et pour les chaudières qu'il faut rapidement approprier à la demande de vapeur variable. Le chauffage au combustible pulvérisé est surtout avantageux là où l'on veut utiliser un combustible économique que l'on ne pourrait brûler que difficilement dans un foyer à grille par suite des propriétés de sa scorie, ou de sa finesse.

Avec les grilles mobiles, on est récemment arrivé en renforçant convenablement leur charpente à porter la largeur de la grille à plus de 6 mètres. On pourrait, en employant deux de ces grilles, satisfaire à des chaudières de 1.500 m² qui représentent actuellement la grandeur normale pour les stations centrales. Avec les foyers à grille, la question est d'exécuter les grilles mobiles ayant la largeur indiquée de façon qu'elles aient une marche sûre; il faut aussi installer ces foyers pour une température de l'air de combustion de 300° et même plus. Avec tous les foyers, il faut diminuer les pertes par la sole.

Dans la grande centrale de Rummelsburg actuellement en construction, toutes les chaudières, qui sont chacune de 1.600 m², sont munies de foyers à combustible pulvérisé. Les Américains disposent généralement les brûleurs dans le front du foyer tandis que les Allemands les mettent généralement dans la voûte. Il reste à déterminer quel est l'emplacement le plus avantageux et avec quelle intensité il faut actionner le foyer. Dans les foyers à combustible pulvérisé, l'introduction des parois latérales refroidies par un courant d'eau devient très importante car cela permet de forcer le feu et de travailler avec de l'air fortement chauffé sans compromettre la résistance des parois. Pour les installations de pulvérisation, il semble qu'on abandonne de plus en plus les broyeurs à marteaux pour adopter les broyeurs à boulets qui s'usent moins rapidement. En ce qui concerne la construction des chaudières il faut noter, comme un progrès sensible, l'introduction des chaudières énormes ayant une surface de chauffe de 1.000 à 2.000 m². Cette augmentation de la surface de chauffe augmente le rendement des chaudières et diminue fortement la dépense de main-d'œuvre. La caractéristique des nouvelles chaudières, c'est qu'à côté de la transmission de chaleur par conductibilité elles utilisent également la transmission par rayonnement; on a à cet effet disposé un surchauffeur dans les parois du foyer à l'extrémité du carneau des gaz; un réchauffeur d'air permet d'utiliser facilement la chaleur perdue des gaz. Dans une chaudière chauffée par le combustible pulvérisé, que la Combustion Engineering Corp. vient de construire, la chaudière comporte essentiellement les tuyaux d'eau de refroidissement des quatre parois latérales. Les gaz venant par en haut traversent un faisceau de tuyaux qui sert aussi bien à refroidir les gaz qu'à opérer la granulation des cendres. Derrière la chaudière, il y a encore un surchauffeur et un réchauffeur d'air. La chaudière aurait donné un rendement de 30 p. 100. Si cette construction réussissait, il s'agirait de disposer cette transmission de la chaleur par rayonnement également dans les chaudières à grilles. L'auteur termine en discutant une série de problèmes dont la solution serait très avantageuse pour la construction des foyers et des chaudières. Il parle du rayonnement des flammes, de l'action de la longueur du chemin parcouru par les gaz sur la transmission de la chaleur, et de la circulation de l'eau. (*Stahl und Eisen*, 17-6-26).

E. P.

Industrie agricole

La préparation des Raisins secs en Palestine. — Les centres de séchage des raisins en Palestine sont Hébron et El Salt en Transjordonie. Le *Bulletin* de l'Union Economique de Syrie, donne sur les raisins secs d'Hébron les détails qui suivent :

Les variétés de raisins les plus appréciées sont : le Dabouki, le meilleur raisin de table, à grains juteux et doux qui contient 2 pépins.

Le Hamdani, à peau épaisse, ce qui facilite l'emballage, il contient beaucoup plus de pépins et il est quelquefois mis à sécher.

Le Gandali qui produit beaucoup mais tardivement, grains petits, rares, séché il contient trop de grains par rapport à la pulpe.

La dessication se fait de deux façons différentes :

Le raisin est plongé dans un bain d'huile puis exposé aussitôt après au soleil. L'exposition se fait sur des terrasses recouvertes d'une couche de terre rouge, sinon, sur un enduit blanc, la dessiccation serait moins régulière.

La région d'Hébron produit 120 tonnes de raisins secs par an. L'exportation se fait en Egypte.

Une autre méthode est celle qui détache les grains : on plonge les grappes dans une lessive composée de 3 à 5 parties de lessive et 1 partie d'huile d'olive (2 rotols de cendres de bois dans 4 rotols d'eau, chauffés jusqu'à ébullition, décanter), L'auteur ne précise pas les détails de la préparation; quoi qu'il en soit le raisin est plongé environ 2 secondes dans cette sorte de solution de savon, temps variable au jugé suivant l'état du raisin. Séchage ensuite.

Les frais de fabrication sont élevés et les habitants de la région d'Hébron s'efforcent d'écouler leur production en raisins frais.

Avec les raisins frais ou secs inutilisés on fabrique une pâte « Malban » ou un sirop « Dibs ».

On espère sélectionner une variété Dabouki sans pépin et réaliser une dessiccation en étuve.

L. B.

Digitized by Google

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 novembre 1926.

ALGÈBRE. — *Emile Borel.* — **Un théorème sur les systèmes de formes linéaires à déterminant symétrique gauche.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Montel.* — **Sur le domaine correspondant aux valeurs d'une fonction analytique.**

— *Maurice Janet.* — **Sur la possibilité de plonger un espace riemannien donné à n dimensions dans un espace euclidien à $\frac{n(n+1)}{2}$ dimensions.**

— *Léon Pomey* (prés. par M. L. Lecornu). — **Intégration d'un système comprenant une infinité d'équations différentielles ordinaires à une infinité d'inconnues.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Podtiaguine* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la régularité de la croissance.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *A. Véronnet* (transm. par M. Appell). — **Sur la rotation d'une masse hétérogène. Evolution et fractionnement. Cas de Jupiter et de Saturne.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *A. Toussaint* et *E. Carafoli* (prés. par M. J.-L. Breton). — **Sur les spectres cinématographiques de l'écoulement plan des fluides autour d'obstacles variés.**

Dans une Note antérieure (*C. R.*, 182, 1926, p. 1268) les auteurs ont décrit le tunnel hydrodynamique dont ils font usage pour prendre des films représentant l'évolution du mouvement plan des fluides réels. Dans cette nouvelle Note ils commentent ces films.

Pour les obstacles classiques : plan mince normal courant et cylindre circulaire, les films montrent que les lignes de courant frappant l'obstacle en amont déferlent et se forment en tourbillons qui suivent le contour de l'obstacle. Ce déferlement ne se produit qu'aux faibles vitesses de courant et principalement au point critique de la ligne de courant médiane.

Pour les faibles vitesses, il se forme en aval un sillage d'eau morte dont les surfaces de séparation avec le courant général tendent à devenir instables à quelque distance en arrière. Cette instabilité augmente avec la vitesse. Si celle-ci devient encore plus rapide on voit apparaître les tourbillons alternés de Bénard.

L'augmentation ou le ralentissement brusque de la vitesse donnent naissance aux points de décollement, à un couple de tourbillons de circulations inverses.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *Léon Pouthillon* (transm. par M. André Blondel). — **Radiogoniomètres et radiophares à maximum accentué.**

Dans un système A de n cadres simples, ou $n+1$ groupes d'antennes remplissant les conditions décrites par l'auteur, celui démontre que le diagramme d'émission ou de réception a la forme d'un 8 de largeur d'autant plus réduite que le nombre d'éléments est plus grand. Le maximum est dans le plan du système; les zéros dans les directions perpendiculaires. Tant que l'intervalle entre éléments est petit par rapport à la longueur d'onde, la forme du diagramme est indépendante de la grandeur de cet intervalle et des dimensions des cadres ou antennes. La courbe qui le représente est $(p = p, \cos^n \alpha)$, α étant l'angle de la direction considérée avec le plan du système. Un tel système peut être utilisé comme radiogonomètre ou comme radiophare, s'il est mobile autour d'un axe vertical.

GÉODÉSIE. — *H. Helbronner* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **Sur les 21e et 22e campagnes de la description géométrique détaillée des Alpes françaises.**

En 1925, la jonction de la Corse au Continent français avait été entièrement terminée. Il restait à déterminer : 1° l'achèvement, au nord de la ligne Rotondo-Cinto, de la chaîne méridienne fondamentale, dont trois sommets restaient à occuper; 2° l'achèvement du rattachement de trois îles de l'archipel toscan par l'établissement de nouvelles directions; 3° à terminer le rattachement de deux des stations astronomiques (celles de Bastia et d'Ile Rousse) à la chaîne méridienne. Ce programme a été complètement réalisé.

En outre, l'auteur a continué l'achèvement de ses réseaux détaillés des Alpes en les étendant au massif de Dévoluy. Une trentaine de stations en ont formé l'ossature principale.

Dans les Alpes-Maritimes, il a multiplié les stations permettant la définition serrée des massifs du Haut-Var et de Haute-Tinée.

M. Helbronner a ainsi élevé à près de 1.800 le nombre de stations géodésiques occupées pour sa description géométrique détaillée des Alpes françaises.

ACOUSTIQUE. — *Th. Vautier.* — **Accroissement de l'intensité et de la durée d'extinction du son.**

Les expériences ont été faites dans une cuve close de 50 m³ en utilisant un violoncelle. Le son était considérablement amplifié et rappelait celui de l'orgue dans une cathédrale. Lorsque l'archet abandonnait l'instrument, il s'écoulait 1 à 2 secondes environ pendant lesquelles il semblait que le son continuait à être filé, au lieu de s'amortir brusquement comme cela a lieu lorsqu'on joue à l'air libre. Dans un tableau, l'auteur indique les durées d'extinction du son.

POLARISATION ROTATOIRE. — *L. Longchambon* (prés. par M. Fred. Wallerant). — **Sur le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique.**

L'auteur, en collaboration avec M. Darmois a étudié l'effet de la dilution, avec des solutions d'acide tartrique jusqu'à la concentration 0.00625. Le pouvoir rotatoire et la dispersion augmentent avec la solution et se placent toujours sur le même diagramme. Un tableau donne les valeurs trouvées.

L'auteur a également étudié des solutions riches en corps gauche en refroidissant des solutions aqueuses contenant du chlorure de calcium. Les valeurs trouvées font prévoir un pouvoir rotatoire très élevé pour l'acide α. La dispersion de cet acide est maintenant localisée entre 2 et 2,15.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *J. Galibourg* et *P. Ryziger* (prés. par M. L. Guillet). — **Contribution à l'étude de la rœntgenspectrographie des perles.**

Les auteurs ont constaté que des perles sans noyau secondaires donnaient un spectre constitué par des hexagones concentriques plus ou moins nets, d'ailleurs, suivant le point frappé par les rayons X. Ces perles se comportent comme un cristal unique, ce qui semblerait indiquer que des cristaux de CO^3Ca n'ont pas seulement leur axe de symétrie sénaire perpendiculaire aux plans des couches, mais que les autres axes de cristaux sont, tout au moins dans le champ du faisceau de rayons X, orientés parallèlement.

Le spectre de perle fine n'a été nettement caractérisé que quand la perle est orientée de telle façon que le faisceau traverse normalement les couches de la perle.

Digitized by Google

Pour obtenir un spectre caractéristique de la perle cultivée, la nacre du noyau devait être orientée de façon que la normale aux couches de nacre s'écartât de la direction du faisceau de 37° au moins.

RADIOACTIVITÉ. — *P. Mercier* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur les particules de long parcours émises par le dépôt actif B + C de l'actinium.**

Les recherches ont porté sur les deux groupes de particules α résultant des deux possibilités de désintégration distinctes que présentent les atomes d'actinium C. L'auteur a employé un dispositif éliminant complètement les écrans métalliques, en les remplaçant par un gaz comprimé dans l'intervalle compris entre la source et l'écran en ZnS.

L'auteur a observé que le nombre des particules longues diminue lentement jsuqu'à une distance de 2 m/m de la fin du parcours. A partir de ce point la diminution est rapide, et la prolongation de la courbe vient couper l'axe de x au point de 6 mm 47 correspondant à la fin du parcours des particules longues à 15° et 760 mm

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Georges Claude* et *Paul Boucherot.* — **Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers.**

Grâce aux courants très denses venus des mers polaires, l'eau des grandes profondeurs, se maintient en tous temps, même sous l'équateur, à des températures très basses. D'autre part, la température de la surface s'élève, à mesure qu'on va vers l'équateur, et devient plus régulière. D'où il résulte que dans toutes les mers profondes des tropiques existent, presque au contact, les deux termes d'une différence de température merveilleusement constante.

Les auteurs ont cherché quel pourrait être l'emploi comme fluide moteur, de la vapeur d'eau directement fournie par l'eau tiède de surface. Ils ont constaté que les conditions ainsi réalisées conviennent parfaitement aux turbines à vapeur. L'utilisation de l'énergie thermique des mers laisserait donc loin en arrière, celle des marées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Sur la nitruration des aciers.**

L'acier nitruré initialement plus dur que l'acier cémenté-trempé conserve une dureté nettement plus grande, lorsque la température s'élève. A 600°, la dureté de l'acier nitruré est 279, et celle de l'acier cémenté-trempé, 107.

La dureté à température ordinaire de l'acier nitruré après séjour de deux heures à des températures pouvant atteindre 500° varie très peu, tandis que dans les mêmes conditions, l'acier cémenté-trempé voit baisser très sensiblement sa dureté. Aussi après un séjour de 2 heures à 400°, l'acier nitruré présente une dureté de 668, et l'acier cémenté trempé une dureté de 383.

Enfin, après un séjour dans l'air liquide, la dureté à 20° de l'acier nitruré est très nettement augmentée, ce qui ne paraît pas se produire avec l'acier cémenté-trempé.

— *Neda Marinesco* (prés. par M. Jean Perrin). — **Quelques propriétés des grosses molécules en solution.**

Certaines molécules colorantes s'entourent, en solution, d'une périsphère monomoléculaire du solvant, dans laquelle le nombre des molécules fixées reste constant pour les différents solvants et est caractéristique de la substance dissoute. D'après V. Henri, J.-J. Thomson et Langmuir, les molécules du solvant sont adsorbées par leurs ions les plus déformables : il résulte que les dipôles fixés tournent vers l'extérieur des périsphères les centres de charges d'un même signe. D'après Walden, Ulich et Werner, autour de chaque ion en solution, le solvant est saturé diélectriquement, les dipôles étant orientés et fortement fixés.

Le rapport $\frac{S}{C}$ (C, nombres des dipôles fixés, S, surface de la grosse molécule) est une fonction d'une propriété de la molécule qui doit être sa déformabilité. Les constantes de déformabilité des halogènes sont parmi les plus grandes.

Les molécules du solvant ne sont plus adsorbées si celui-ci contient ds ions OH, qui composent une atmosphère autour de la molécule dissoute.

— *Charles Dufraisse* et *Paul Gailliot* (prés. par M. Jean Perrin). — **Particularités des cassures des gels d'acroléine. — Production rythmique de sillons.**

Les gels résultant de la condensation de l'acroléine dans certaines conditions présentent des cassures donnant naissance à des surfaces sur lesquelles on constate parfois de remarquables particularités, notamment des lignes droites et équidistantes auxquelles les auteurs donnent le nom de sillons. Leur régularité qui apparaît au microscope se manifeste mieux encore par les phénomènes de diffraction. L'écart entre les sillons est légèrement variable ; cette variation est continue, mais généralement peu accentuée, cependant, il peut arriver qu'elle soit rapide et régulière : les sillons sont alors convergents, ce qui donne un réseau en éventail et une disposition en arc des spectres de diffraction. Les sillons paraissent être dûs à la production rythmique de fines félures (moins de 0μ5 de large) sur une surface lisse.

THERMOCHIMIE. — *C. Matignon* et *Mlle G. Marchal.* — **Chaleur d'oxydation du Glucinium.**

Les mesures expérimentales effectuées par les auteurs, ont conduit à deux valeurs très voisines : 139 cal. 95 et 140 cal. 35. Ils ont adopté la moyenne soit 140 cal. 15. Cette nouvelle chaleur d'oxydation du glucinium entraîne les modifications suivantes dans les caractéristiques thermochimiques fondamentales de ce métal. Chaleurs de formations :

	Cal.
$GlO_{calc.}$	140.15
$GlO_{préc.}$	143 05
$GlF^2_{diss.}$	194 45
$GlCl^2_{sol.}$	115.35
$SO^4Gl_{sol.}$	279.65
$(NO^3)^2Gl_{diss.}$	185 45

CHIMIE ORGANIQUE. — *Tiffeneau* et *Mlle J. Lévy* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la désamination de quelques phényl-amino-alcools C^6H^5 — CHOH — CH (NH^2). R. — Obtention d'acylophénones sans transposition.**

Dans la désamination des phénylamino-alcools de ce type, l'élimination de NH^3 s'effectue aux dépens de l'hydrogène fixé au carbone voisin, non avec production des glycols correspondants qui conduiraient aux cétones du type I, mais avec formation intermédiaire probable de dérivés vinyliques qui se transforment en acylophénones sans transposition.

— *Pierre Jolibois* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la constitution des dérivés organo-magnésiens.**

L'auteur a exposé antérieurement (*C. R.*, 155, 1912, p. 353) les raisons, basées sur ses expériences, qui lui paraissaient devoir faire préférer la formule $Mg(C^2H^5)^2MgI^2$ à celle, généralement admise MgC^2H^5I. Plusieurs auteurs ont critiqué les conclusions de cette étude. Dans cette seconde Note, M. Jolibois apporte en faveur de sa thèse de nouveaux arguments qui indiquent que la formule employée habituellement pour représenter les organo-magnésiens est une représentation inexacte, et qu'il y a lieu de lui substituer la formule doublée MgR^2, MgI^2.

Digitized by Google

— *V. Ipatief* et *N. Orloff* (prés. par M. Camille Matignon). **Sur l'hydrogénation de la xanthone et du xanthène.**

Les auteurs ont étudié l'hydrogénation d'un produit où il y a en même temps un oxygène éthérique et un carbonyle qui unissent deux anneaux benzéniques, l'ensemble formant un cycle hétérogène à six chaînons. Un tel composé facilement accessible est la xanthone; les expériences instituées avec ce corps ont montré que l'hydrogénation, sous forte pression se fait en deux phases nettement différentes. D'abord le groupe carbonyle est réduit en groupe méthylénique et il se forme du xanthène; ensuite les anneaux benzéniques s'hydrogènent, ce qui s'accompagne de l'ouverture de l'anneau par rupture de la liaison formée par l'oxygène et de la formation d'un alcool, l'oxydicyclo-hexylméthane.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Y. Altchidjian* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Utilisation des combustibles liquides à teneur élevée en composés sulfoorganiques, comme source de combustible antidétonant.**

Les résultats obtenus permettent de conclure que les huiles provenant de la distillation des calcaires bitumeux de Raguse sont des combustibles de valeur antidétonante élevée, permettant de brûler dans des moteurs à explosion sans détonations, des fractions lourdes distillant jusqu'à 350°. Un premier facteur en faveur de la nature antidétonante de ces combustibles est la constitution moléculaire des hydrocarbures qu'ils contiennent. Un deuxième facteur est la présence en proportion relativement élevée de certains composés sulfo-organiques.

L. Franchet.

GÉOGRAPHIE. — *Tilho.* — **Du Nil aux confins du Tibesti par le centre du Désert Libyque (explorations du Prince Kemal el Dine).**

En 1924, le prince Kemal el Dine, neveu de S. M. le Roi d'Egypte, ayant effectué depuis 30 ans de nombreux voyages dans le nord et l'est du désert libyque, a entrepris d'en explorer la partie centrale jusqu'alors complètement inconnue.

L'expédition n'a pas rencontré les formidables amoncellements dunaires que l'on supposait exister au cœur du désert libyque. La palmeraie de Merga et le puits de Sarra ont été atteints. La partie centrale du désert de Libye est normalement inhabitée. La palmeraie de Merga elle-même (environ 10:000 palmiers autour d'un lac salé d'un hectare de superficie) n'est visitée par les Bideyats de l'Enneddi qu'au moment de la récolte des dattes.

GÉOLOGIE. — *N. Menchikoff* (prés. par M. Emile Haug). **Sur les terrains primaires au sud de l'oued Drâa.**

Les terrains primaires affleurent grâce à l'érosion de l'oued Drâa et de ses affluents, qui les ont débarrassés de l'épaisse couverture des terrains continentaux des hammadas; ils occupent d'assez grandes surfaces et sont légèrement plissés suivant la direction E.-W. Les couches les plus anciennes observées dans cette région appartiennent au Dévonien supérieur. La série carbonifère débute par des dépôts de mer très peu profonde.

Les fossiles sont nombreux : *Productus*, Zoanthaires *Lithostrotion irregulare*, *Alveolites*, etc...

LITHOLOGIE. — *Const. A. Ktenas* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la nature chimico-minéralogique des enclaves de Fouqué-Kaméni (Santorin).**

La caractéristique lithologique des enclaves plésiomorphes de Fouqué-Kaméni est la prédominance d'une série de bradoritique, aboutissant d'une part à des laves parfaitement saturées, et d'autre part à des dacitoïdes labradoriques contenant jusqu'à 8,16 pour 100 de silice libre.

BOTANIQUE. — *Pierre Allorge* (prés. par M. Louis Mangin). — **Sur le benthos à Desmidiées des lacs et étangs siliceux de plaines, dans l'Ouest et le Centre de la France**

L'examen de récoltes provenant d'une trentaine de réservoirs naturels, de l'Adour au Finistère et au Morvan, a permis à l'auteur d'établir la composition de cet ensemble desmidial.

D'après leur répartition, les Desmidiées rencontrées peuvent se distribuer en trois groupes principaux : élément cosmopolite représentant plus des trois quarts des espèces citées, élément atlantique composé d'espèces répandues surtout dans les régions nord-atlantiques (*Staurastrum* divers, *Spondylosium planum*, *Cosmarium monomazum* var. *polymazum*, *Cosmocladium* sp.) et élément tropical comportant des espèces fréquentes dans les régions tropicales et subtropicales, mais rarement signalées dans les régions tempérées (*Arthrodesmus subulatus*, *Cosmarium binum*, *obsoletum*, *retusum*, *taxichondrum*, *Onychonema laeve*).

SYSTÉMATIQUE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur la variation des plaques chez les Péridiniens.**

Il apparaît que la variation de la carapace des *Peridinium* peut être, soit fortuite et extrêmement rare chez quelques espèces (*P. depressum*, *P. granii*, *P. pentagonum*), soit être normale et entraîner l'existence de plusieurs lignées ou races, semblables sous les autres rapports, et peut être en liaison avec la position géographique (*P. ovatum*, *P. oblongum*).

Cette variation peut porter sur le simple déplacement d'une suture (cas habituel), ou bien entraîner la suppression d'une ou plusieurs plaques (*P. oblongum*). Malgré tout, ces variations de la carapace ne sont pas de nature jusqu'ici à modifier le principe actuel de la classification des *Peridinium*.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Magrou* (prés. par M. Roux). — **Sur l'anatomie du cancer des plantes ou *crowngall*.**

Les cancers des plantes ou crowngalls, provoqués par le *Bacterium tumefaciens*, présentent des anomalies anatomiques dont la plus remarquable consiste en l'existence de stèles surnuméraires développées soit dans la moelle, soit dans l'écorce. L'auteur explique la genèse de ces anomalies. La formation des galles sous l'influence du *Bact. tumefaciens* résulte essentiellement, d'après l'auteur, d'une accélération du rythme des divisions cellulaires dans l'assise génératrice libéro-ligneuse.

Les stèles à structure intervertie que l'on rencontre dans les tumeurs végétales sont à rapprocher de certaines formations que l'on observe dans les cancers du règne animal.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Raoul M. May* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Vitesse de réaction d'une Actinie en présence d'alcaloïdes et d'extraits de glandes.**

L'auteur a usé de la méthode employée par Parker pour la détermination du taux de transmission dans le plexus nerveux des Cœlentérés. La vitesse de réaction de 40 *Calliactis* normales a varié de 0,35 à 5,55 dixièmes de seconde.

Les résultats obtenus sont un appui pour la théorie de Parker qui suppose des différences chimiques entre les systèmes nerveux synaptiques et asynaptiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Delaunay* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Synthèse biochimique d'un glucoside hologéné : le 5-chlorosalicylglucoside ?.**

Ce nouveau glucoside a été obtenu en appliquant au 5-chlorosaligénol la méthode de synthèse utilisée par Em.

Digitized by Google

Bourquelot et H. Hérissey. Il réduit la liqueur de Fehling, est lévogyre. En solution aqueuse, il est hydrolysé par l'acide sulfurique et par l'émulsine. Ces deux agents d'hydrolyse provoquent un retour de la rotation sur la droite et une augmentation du pouvoir réducteur de la solution.

P. GUÉRIN.

Séance du 29 novembre 1926

ALGÈBRE. — *Emile Borel.* — **Un théorème sur les formes linéaires à déterminant symétrique gauche.**

ARITHMETIQUE. — *Krawtchouk* (prés. par M. Hadamard).

ANALYSE MATHEMATIQUE. — *René Garnier.* — **Sur le problème de Plateau.**

— *V. Smirnoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les séries de polynomes.**

— *André Roussel* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'extremum de certaines intégrales doubles.**

THEORIE DES FONCTIONS. — *Pod iaguine* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la théorie de la croissance.**

GEOMETRIE INFINITESIMALE. — *Enea Bortolotti* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'angle de deux directions conjuguées.**

PHYSIQUE MATHEMATIQUE. — *Robert Lévi* (prés. par M. Hadamard). — **L'atome dans la théorie de l'action universelle et discontinue.**

MECANIQUE CELESTE. — *H. Andoyer.* — **Sur la méthode de Delaunay.**

MECANIQUE DES FLUIDES. — *H. Gabrun* (prés. par M. Paul Painlevé). — **Ondes sonores et nappes de silence dans l'atmosphère.**

L'existence de nappes de la surface focale des rayons au-dessus du plan horizontal de la source sonore n'entraîne pas celle de zones de silences dans ce plan. Si l'on définit zone de silence toute région de ce plan qui ne reçoit aucun rayon émis par la source, on constate qu'une telle zone ne dépend que de la déchirure produite dans la surface d'onde par le sol horizontal sur lequel repose la source, lequel forme obstacle à la propagation directe des rayons; la détermination des courbes limitant de telles régions résulte ainsi de la construction des rayons au moyen des courbes D et des droites $T\theta_0$. D'autre part, dans les régions s'étendant au voisinage de la courbe d'intersection de la surface focale, du côté de cette courbe où passent plusieurs nappes de la surface d'onde, le son émis par la source apparaîtra comme renforcé; il pourra être entendu dans une telle région alors qu'il ne sera point perçu dans la région immédiatement voisine, de l'autre côté de cette même courbe, où ne passe qu'une seule nappe de la surface d'onde. C'est ainsi que l'on peut expliquer certains phénomènes d'audition lointaine.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L. d'Azambuja* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la structure de la chromosphère solaire.**

L'auteur a pu isoler les différentes parties de trois nouvelles raies : Ca 4227, Mg 3838, Mg 5184 (b_1). Les images fournies par les parties correspondantes des trois raies ont sensiblement le même aspect. Cependant, la couche de magnésium qui produit la raie 3838 doit être à un niveau plus élevé que la couche produisant b_1. Comme pour les raies du fer 4046 et 4384, les images des ailes, seules, montrent nettement les plages foculaires. Toutefois, ce n'est pas au centre même des raies que ces plages disparaissent le plus complètement, mais un peu sur les côtés, là où se trouvent les très faibles renforcements brillants, ce qui constitue une particularité nouvelle.

ASTRONOMIE. — *Paul Stroobant.* — **Sur le mouvement d'ensemble des étoiles à hélium.**

Il y a un mouvement d'ensemble des étoiles à hélium vers la direction G = 265°, avec une vitesse de 5 km. par seconde. La composante de la vitesse radiale des étoiles de la calotte boréale vers le pôle galactique nord est assez forte, cela provient des grandes valeurs données par deux étoiles : ρ Leonis et ζ [1] Librae; on trouve que la direction du mouvement de l'ensemble des étoiles de la classe B est inclinée sur le plan galactique de 3°. Ainsi, les coordonnées de l'apex de ces étoiles sont G = 265° g = — 3° (α = 12 h. 2 m. δ = 64°).

— *Jarry-Desloges* (prés. par M. Bigourdan). — **Contribution à l'étude de la planète Mars.**

La planète Mars n'a pas, depuis 20 ans, présenté autant de changements qu'en 1926, tantôt ce sont des voiles comme sur *Mare Tyrrhenum*; tantôt des sortes de coupures dans les rivages de *Mare*. L'*Agathodæmon* vu si difficilement et si rarement est en ce moment aussi visible que Coprates. Depuis le 14 novembre, M. G. Fournier constate à Sétif des changements dans *Pandoræ Fretum* amenés par des sortes de plages continentales. *Argyre* et Noachis sont maintenant d'un rose vif. Depuis la longitude d'Elysium jusqu'à celle de Mare Acidalium des changements sont également survenus. Les 5 et 6 novembre *Nix Olympia* a été vue au cours de la matinée martienne, ce qui est rare.

GEODESIE. — *Georges Perrier.* — **Le Parallèle de Méknès (Triangulation et Nivellement).**

La première chaîne où les observations ont été achevées, au printemps de 1925, et la portion du Parallèle de Meknès comprise entre la région de Meknès et celle de Casablanca. Cette portion de chaîne de 200 kilomètres constitue un exemple typique d'une triangulation conduite sensiblement dans la direction d'un parallèle, appuyée à chacune de ses extrémités sur une base, dont un certain nombre de sommets ont été rattachés à des lignes de nivellement de précision, enfin comprise entre deux stations où l'on a mesuré avec toute la précision possible les éléments astronomiques fondamentaux, c'est-à-dire la latitude, la longitude et un azimut, et parsemée de déterminations astronomiques de latitudes secondaires.

Dans cette nouvelle Note l'auteur décrit les méthodes qu'il a employées.

MAGNÉTISME. — *Mlle Paule Collet* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Sur le paramagnétisme indépendant de la température.**

Dans une première série de mesures, l'auteur a constaté que le coefficient d'aimantation de permanganate de solution, entre 17° et 100°, est indépendant de la température. La valeur absolue a été cherchée en opérant à la température ordinaire seulement, sur une quantité de solution aussi grande que le permettait l'appareil. On a trouvé $\chi_{Mn} = 62 \times 10^{-6}$.

Le permanganate solide présente un paramagnétisme indépendant de la température, qui est le même que celui du sel dissous. Il est, après le bichromate de potasse et le chlorure lutéocobaltique, un troisième exemple de substance dissoute à paramagnétisme constant.

OPTIQUE. — *A. Danjon* (prés. par M. Cotton). — **Etude interférentielle de la scintillation et des conditions de stabilité des images télescopiques.**

Dans une Note antérieure, (*C. R.* 174, 1922, p. 1408), l'auteur a exposé le principe d'un dispositif optique qui se prête facilement à l'étude interférentielle de la scintillation. En amenant les deux faisceaux émergents à se croiser sous un petit angle, on obtient les franges de Fres-

Digitized by Google

nel, qu'on observe en formant l'image de l'étoile sur la pupille au moyen d'une lentille. Elles se peignent sur cet objectif ; leur aspect dépend, notamment, de la distance des faisceaux interférents en avant de la lunette, ainsi que de l'agitation de l'atmosphère.

Dans la présente Note, l'auteur décrit sommairement les observations qui ont été faites au moyen d'un interféromètre monté sur le grand équatorial de Strasbourg (49 cm.). Il conclut, de ces recherches, quand lorsqu'on se propose d'étudier un emplacement futur d'observatoire, il est inutile d'y installer un grand instrument. Il suffit d'y faire avec un petit instrument des déterminations répétées de caractéristiques et de les interpréter. La méthode a été appliquée au cours de deux campagnes en Haute-Provence.

SPECTROSCOPIE. — *C. Mihul* (prés. par M. Cotton). — **Sur la structure du spectre du troisième ordre.**

Le relevé fait du spectre de troisième ordre de l'oxygène (OIII) et l'étude de l'effet Zeeman de quelques-unes de ses raies ont permis à l'auteur de reconnaître cinq multiplets résultant de combinaisons entre cinq termes de multiplicité $r = 3$. Les valeurs trouvées sont exposées dans des tableaux.

RADIOACTIVITÉ. — *D. K. Vovanovitch* et *Mlle A. Dorabialska* (prés. par M. J. Perrin). — **Effet calorifique des rayons β et γ du radiothorium.**

Le résultat des mesures d'absorption dans trois métaux (Al, Cu, Pb), montrent l'augmentation du débit calorifique en fonction de $\frac{m}{s}$ (masse par centimètre carré). D'après la courbe due à l'absorption des rayons β dans l'aluminium, on a trouvé 8,3 cal-heure dues aux rayons β du radiothorium dont le rayonnement γ est équivalent à celui de 28 mg. 95 de Ra-élément (mesure faite à travers 1 cm. de plomb). Pour le débit calorifique dû aux rayons α seuls pour la même source, on a trouvé par extrapolation 58 cal.

Le rapport $\frac{Q}{I}$ entre le débit de chaleur et le rayonnement γ du radiothorium comparé au même rapport $\frac{Q}{I}$ pour le radium est égal à 1,60.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *C. Ledoux* (prés. par M. G. Ferrié). — **Procédé et appareil pour calculer rapidement le point en radiogoniométrie.**

Le calcul du point, en radiogoniométrie est rendu difficile en raison du temps très court dans lequel il faut l'effectuer et en raison de l'espace restreint d'un avion soumis à des vibrations qui rendent difficiles la lecture d'une simple règle à calcul ou d'un abaque si les divisions sont rapprochées de moins de 2 m/m. L'auteur a résolu le problème d'un calcul plus facile en se basant sur des considérations géométriques qu'il développe à l'aide d'une figure. Il a en outre envisagé l'utilisation de l'appareil qu'il a imaginé, dans l'emploi de l'observation bilatéral pour le réglage des grosses pièces.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *P. Villard.* — **Sur l'utilisation de l'énergie des eaux chaudes naturelles. — Remarques au sujet de la Note de MM. G. Claude et P. Boucherot.**

A propos de la Note de MM. Claude et Boucherot, relative à l'utilisation de l'énergie thermique des mers (*C. R.* 183, 1926, p. 929), l'auteur fait observer que les sources thermales sont capables d'un rendement thermo-dynamique environ double de celui qu'on peut obtenir avec l'eau chaude des mers tropicales, et, qu'en outre, elles offrent l'avantage d'être situées en France, à la portée des consommateurs. Les aménagements en vue d'exploitations industriels ne présenteraient aucune difficulté.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Georges Claude.* — **Sur l'énergie thermique des mers.**

L'auteur signale que, à la suite de sa Note précédente (*C. R.* 183, 1026, p. 929), M. Lumière lui a fait connaître un travail publié en janvier 1923, dans l'*Elettrotecnica*, par M. Tito Romagnoli qui a étudié divers modes d'utilisation possibles de la chaleur solaire.

D'autre part, MM. Dornig et Boggia, de Milan qui s'étaient proposé d'utiliser pour la production de la force motrice, la différence de températures des lacs italiens, avaient émis des idées très voisines de celles que MM. Claude et Boucherot ont émises par la suite.

Enfin M. Dornig a informé M. Claude que c'est à l'Américain Campbell qu'appartient (*Engeneering News*, 1913) l'idée d'utiliser l'énergie thermique des mers à la production de la force motrice, en employant toutefois comme intermédiaire les gaz liquéfiés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mme E. Siegler-Soru* (transm. par M. J. Perrin). — **Sur le spectre ultraviolet de NO^3K et ses variations en fonction du pH.**

On a préparé les solutions de NO^3K a concentration constante en nitrate (10 gr. p. 1.000) et pH modifié par HCl ou NaOH ; elles ont montré, en fonction du pH, une bande N de sommet constant comme position en longueur d'onde, mais variable au point de vue de l'intensité de l'absorption. Si l'on étudie en fonction du pH les rapports du sommet et des flancs de la bande, ou $\varphi_1 = \frac{(\lambda\ 300)}{(\lambda\ 310)}$ et $\varphi_2 = \frac{(\lambda\ 300)}{(\lambda\ 289)}$, on constate qu'ils présentent des sinuosités d'un type analogue à celles de corps antérieurement étudiés. Pour l'un et l'autre de ces rapports, le NO^3K possède une courbe à trois portions : une première sinuosité (système A), est comprise entre pH 0,2 et pH 2,5 ; une seconde (système B) entre pH 2,5 et pH 5,5 ; une troisième (système C), beaucoup plus étalée entre pH 5,5 et l'extrémité alcaline de l'échelle des pH. L. FRANCHET.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *F. Widal* et *M. Laudat.* — **Etude de modifications apportées dans la formule azotée du sérum sanguin par l'imperméabilité rénale.**

Les auteurs montrent que, dans l'imperméabllité rénale vis-à-vis des substances azotées, la formule du sérum sanguin se trouve modifiée, tant dans le taux de ses éléments que dans leurs rapports respectifs.

Alors que, chez un sujet normal, le rapport azoturique du sérum est de 52 pour 100, chez un brightique grand azotémique il a été trouvé de 87,6 pour 100. Ceci caractérise l'imperméabilité rénale aux substances azotées. Les autres corps azotés s'accumulent eux aussi, mais dans des proportions moins importantes. L'urée atteint un taux plus de 30 fois supérieur au chiffre normal ; l'acide urique est seulement 6 fois plus élevé et la créatinine totale à peine décuplée.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *G. Sauvageau.* — **A propos d'une Note de MM. Chemin et Legendre sur l'existence de l'iode libre chez *Falkenbergia Doubletii* Sauv.**

M. Sauvageau présente un certain nombre de critiques, en réponse à la Note de MM. Chemin et Legendre.

GÉOLOGIE. — *E. Raguin* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la situation tectonique des Marbres en plaquettes près du col de la Leysse (Savoie).**

Les *marbres en plaquettes* du col de la Leysse ne sont qu'en superposition virtuelle sur le Jurassique du Plan de Nette. Ils ont eu jadis, pour substratum, des couches

Digitized by Google

qui prolongaient celle du Plan de Nette. Lors du charriage ils ont été traînés vers l'Ouest sur le calcaire triasique.

— *Yves Milon* (prés. par M. Pierre Termier). — **Présence de la glauconie dans les faluns vindoboniens de Bretagne.**

La glauconie existe en quantité notable dans les faluns de Bretagne. La matière organique semble avoir dû jouer un rôle prépondérant dans l'élaboration de cette glauconie, qui après la place d'organismes variés (Eponges, Vers, Bryozoaires, Algues). Les moules glauconieux des dépôts faluniens pourront être conservés dans certains sables et faluns, décalcifiés naturellement.

— *L. Joleaud* (prés. par M. Emile Haug). — **Sur la tectonique des régions caraïbes de la Colombie sud-américaine.**

Les observations faites par l'auteur l'ont conduit à une conception tectonique différente de celle de ses devanciers en ce qui concerne les deux zones déprimées principales qui séparent les grandes arêtes montagneuses de la basse Colombie. Au lieu de fossés d'effondrements, limités par des cassures correspondant aux rebords des chaînes Andines, l'auteur interprète ces alignements de vastes plaines néogènes comme de aires synclinales,séaparant deux rides, de jeunes plissement d'un massif ancien, vers lequel sont déversées les dislocations récentes.

— *N. Menchikoff* (prés. par M. Emile Haug). — **Observations géologiques faites au cours de l'expédition de S. A. S. le Prince Kemal-el-Dine Hussein dans le désert de Libye (1925-1926).**

Les terrains les plus anciens observés, au cours de cette expédition sont les roches cristallines de la régions d'Ounat, formant le substratum du plateau des grès de Nubie.

La concordance du grès de Nubie avec du Mésocrétacé marin et l'existence, dans ce grès de Nubie, d'une flore éocrétacée dans d'autres régions de l'Egypte permettent de considérer la partie supérieure de cette formation comme du Crétacé inférieur.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur la ségrégation en mosaïque chez les hybrides fertiles de Blés et de Seigle.**

Chez les hybrides Blé × Seigles fertiles, la fertilité F_1 est toujours très réduite, limitée aux chaumes tardifs moins vigoureux et à lignification récupérée; la fertilité des générations suivantes obéit aux mêmes processus accélérés. C'est la conséquence d'une disjonction en mosaïque, laquelle est manifestement régie par les agents externes.

Le processus deviné par Naudin a, dit l'auteur, une portée générale; la stérilité des hybrides intergénériques n'est pas fondamentale; elle dépend en partie des conditions de croissance et, par conséquent, peut être éliminée par l'intervention intelligente de l'opérateur.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). **Antagonisme oxygène-gaz carbonique.**

L'antagonisme des deux principaux gaz du sang, oxygène et acide carbonique, conditionne normalement la fonction respiratoire. Mais on peut l'exalter au profit de l'un ou l'autre fluide, de telle façon que l'on réalise, grâce au centre bulbaire réflexe, un mécanisme de défense contre l'intoxication par essoufflement, surmenage, air confiné, et un procédé de traitement des insuffisances ou anomalies, voire des syncopes respiratoires.

— *J. G. Szuman* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **L'influence du testicule sur le métabolisme chez les Gallinacés.**

La castration totale influe sur les besoins d'entretien du Coq adulte et les diminue de 50 pour 100. Chez les Coqs castrés incomplètement et chez les Chapons, porteurs de greffes, le métabolisme, se maintient à son taux élevé, sans qu'il y eût proportionnalité entre le degré du métabolisme et la quantité de glande.

En ce qui concerne le besoin d'azote, des recherches préliminaires, portant sur le minimum d'albumine, prouvent que la proportion exigée par le Coq et le Chapon est encore inférieure à celle que renferment les pommes de terre.

— *Mme L. Randoin* et *Mlle A. Michaux* (prés. par M. F. Henneguy) — **Variations comparatives de la teneur des surrénales en eau, acides gras et cholestérol, chez le Cobaye normal et chez le Cobaye soumis à un régime déséquilibré par absence de vitamine antiscorbutique.**

Chez le Cobaye adulte normal, les surrénales renferment, en moyenne, de 5 gr. 90 de cholestérol pour 100 gr. d'organe frais (régime naturel) à 5,07 pour 100 (régime artificiel complet); elles contiennent de 8 gr. 87 à 8 gr. 83 d'acides gras et de 68 gr. 9 à 68 gr. 4 d'eau pour 100.

Lorsque l'animal ne reçoit pas de vitamine antiscorbutique, le taux de cholestérol subit une baisse au début, puis à la fin la maladie.

Le coefficient lipocytique diminue au cours du scorbut aigu, dans de fortes proportions, surtout à partir du 20e jour.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *J. Benoit* (prés. par M. Widal). — **Étude histophysiologique de nodules testiculaires de régénération, chez le Coq domestique.**

L'auteur groupe sous quatre chefs, dans cette Note, les résultats principaux qu'il a pu dégager de l'étude histophysiologique d'une trentaine de sujets opérés. Etant donnés les faits consignés, il est incontestable, d'après l'auteur, que les cellules interstitielles jouent un rôle de premier ordre dans l'élaboration de l'hormone.

BIOLOGIE. — *Gilbert Ranson* (prés. par M. Louis Joubin). **La résistance des jeunes *Gryphœa angulata* à la chaleur et leur mortalité exceptionnelle en 1926.**

Les parcs de la côte de Marennes et la plus grande partie des claires sont maintenant remplis de *Gryphœa angulata* (portugaises).

La longue exposition à l'air par une forte température suivie de l'action, de l'eau surchauffée, telles sont les deux causes qui ont entraîné la mort d'un nombre considérable de jeunes Huîtres.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Emile André* et *Henri Canal* (prés. par M. Charles Moureu). — **Sur l'huile de *Mesoplodon bidens*.**

Cette huile se rapproche beaucoup de l'huile de Cachalot et de l'huile d'*Hyperoodon rostratus;* l'oléate d'oléyle paraît en être le constituant principal. Il convient d'insister sur le caractère très spécial des huiles de *Physteridœ* et de *Zyphioidœ* qui sont bien plus des cires que des graisses. Les huiles de Cachalot, d'*Hyperoodon rostratus* et de *Mesoplodon bidens* forment un groupe chimique homogène dont la composition constitue un caractère physiologique très net de ces survivants attardés d'une faune aujourd'hui disparue; ce caractère s'ajoute à ceux qui les différencient déjà des autres Cétacés.

MICROBIOLOGIE AGRICOLE. — *Georges Truffaut* et *N. Bezssonoff* (prés. par M. G. André). — **Sur les conditions qui permettent la coopération entre les bactéries fixatrices d'azote et le maïs.**

Pour réussir la culture des Maïs dans un milieu solide dépourvu d'azote, il faut disposer au moins de six appareils Schulow modifiés, les inoculer après germination des graines simultanément par *Clostridium Past. Bac. Truffauti, Az. agile* et *Vinel.* Une bonne luminosité, ainsi que la présence dans le sable employé d'une quantité de fer ne dépassant pas 600 mg. par kilogramme, semblent indispensables.

P. GUÉRIN.

Digitized by Google

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Hamy a été élu Vice-Président pour l'année 1927.

— La séance publique annuelle a eu lieu le 13 décembre, sous la présidence de M. Lallemand qui a tout d'abord adressé un souvenir à la mémoire des membres de l'Académie décédés en 1926 : Georges Gouy, Kamerling Onnes, Aimé Witz, Philipps Watts. Puis il a salué les membres élus dans le cours de l'année : MM. Georges Perrier, Camille Matignon, Jean Charcot, Victor Grignard, Pierre Weiss, Niels, Eriks Norlund, Léon Frédéricq et Emile Forgue.

Après l'allocution du Président, M. Bouvier a lu le discours que M. Lacroix, secrétaire perpétuel, retenu en Extrême-Orient, avait écrit avant son départ, discours consacré à l'éloge du chimiste Boussingault.

— M. Le Bazy est désigné pour représenter l'Académie à la cérémonie qui aura lieu à Londres, le 5 avril 1927, à l'occasion du centenaire de la naissance de Lord Lister.

Académie de Médecine.— M. Brouardel a été léu membre titulaire dans la section d'Hygiène, en remplacement de M. Thibierge, décédé.

Académie malgache. — L'Académie malgache vient d'être reconnue comme établissement public.

Fondée le 23 janvier 1902 par le maréchal Galliéni, cette institution avait pour but, à l'origine, l'étude de la linguistique, de l'ethnologie et de la sociologie malgaches, et d'une façon générale, tout ce qui intéresse le passé et le présent de Madacasgar. A partir du 15 mars 1912, l'Académie fut chargée en outre de l'étude des questions d'ordre scientifique : géologie, paléontologie, océanographie, météorologie, zoologie, botanique, anthropologie, etc...

Prix Nobel. — L'Institut Nobel a commémoré le 12 décembre, le 26e anniversaire de la mort d'Alfred Nobel et a procédé, à cette occasion, à la distribution des prix. Le professeur Henrik Schueck a, dans une allocution, mentionné les travaux des lauréats auxquels il a remis, ensuite, leurs prix accompagnés des médailles d'or et des diplômes. Dans le domaine des Sciences :

Physique, 1925 : M. Franck, de Gœttingen et M. Hertz, de Hall.

Physique 1926 : M. Perrin, professeur à la Sorbonne.

Chimie, 1925 : M. Zsigmondy, de Goettingen.

Chimie, 1926 : M. Svedberg, d'Upsal.

Royal Society. — Les médailles de la Royal Society, qui sont parmi les honneurs les plus recherchés, ont été décernés dans la séance du 30 novembre :

Médaille Copley : Sir Frederick Gowland Hopkins.

Médaille Rumford : Sir Arthur Schuster.

Médailles Royales : Professeur Archibald Vivian Hill et sir William Bate Hardy.

Médaille Davy : Sir James Walker.

Médaille Darwin : Dr Dukinfield Henry Scott.

Médaille Hughes : Amiral Henry Brawordine Jackson.

Observatoire de Bouzaréa. — M. Gonnessiat, ancien directeur de cet Observatoire, est maintenu provisoirement dans cette fonction.

Un nouvel Observatoire. — La Société nationale de Géographie des Etats-Unis a fait don en 1925 à M. C. G. Abbot, de 55.000 dollars pour établir dans le meilleur emplacement possible, et entretenir pendant plusieurs années un Observatoire pour l'étude du rayonnement solaire. Après des recherches en Algérie, en Egypte et au Belouchistan, la station choisie a été le Mont-Brukkaros dans le Sud-Ouest africain (lat. 25° 25' S, long. 17° 48' E, altitude 1.700 mètres). La construction a été terminée en 1926. Les observations de la constante solaire ont dû commencer à la fin d'octobre. — La station est placée sous la direction de M. William H. Hoover.

Commission du Codex. — M. Valeur, agrégé près la Faculté de Pharmacie Paris, pharmacien en chef des asiles de la Seine, est nommé membre de la commission du Codex, en remplacement de M. Lafay, décédé. L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Dans sa réunion du 29 novembre, le Conseil de l'Université a accepté une donation de 1 million faite par M. Jean Sauberan, somme qui porte à 3 millions le montant des libéralités consacrées par ce généreux donateur au fonctionnement de la fondation qui porte son nom et dont le but est l'attribution de prêts d'études à des étudiants.

Il a également accepté une donation de 25.000 dollars faite par M. Lee Kohns, de New-York en vue de la création d'une chaire de littérature et de civilisation américaine qui portera le nom de fondation Lee Kohns.

Le Conseil a chargé M. Léon Bernard, Professeur à la Faculté de Médecine, de représenter l'Université au Congrès du Royal Institute of Public Health qui se tiendra à Gand du 1er au 6 juin 1927.

— *Faculté des Sciences.* — M. Darmois, Professeur de physique à la Faculté de Nancy est nommé Maître de Conférences de physique à la Faculté des Sciences de Paris.

— Le cours libre professé par M. Bohn aura pour objet en 1926-1927 : « *Biologie et Psychologie comparée. Vie. Matière et énergie. Lumière et vie.* Les jeudis à 5 heures. Amphithéâtre Cauchy.

— Est approuvée l'équivalence avec les Travaux pratiques de la Faculté des Sciences, des Travaux pratiques effectués à l'Ecole de Physique et Chimie rattachée à ladite Faculté, en vue de la préparation aux certificats d'études supérieures de physique générale électrotechnique, mathématiques générales, chimie générale et chimie appliquée. Les élèves de l'Ecole seront dispensés de verser les droits correspondants.

— *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences naturelles ont été soutenues à la Sorbonne:

20 décembre : M. Grassé : *Contribution à l'étude des flagellés parasites.*

22 décembre : M. Furon : *Contribution à l'étude géologique de l'Afghanistan, l'Hindou-Kouch et le Kaboulistan.*

Ecole normale supérieure. — M. Georges Prévost, Ingénieur civil des Mines et Mme Georges Prévost viennent de fonder, en mémoire de leur fils Fred Prévost, agrégé des sciences naturelles de la promotion 1918, un prix annuel de 1.500 fr. qui sera attribué à l'élève de l'Ecole Normale reçu dans le meilleur rang au concours de l'agrégation des sciences naturelles.

Le prix a été attribué pour la première fois à M. Prat, reçu premier au concours de 1926.

Institut d'Ethnologie. — Les cours se sont ouverts le 20 décembre et se continueront dans l'ordre suivant :

M. Mauss : Instructions d'Ethnographie descriptive. *Le jeudi et le samedi à 17 heures* (20 leçons) à partir du 20 décembre).

M. Przyluski : Linguistique et Ethnographie de l'Asie orientale et de l'Océanie. *Le mardi à 10 h. 30*, (5 leçons, à partir du 21 décembre).

M. N... : Linguistique et Ethnographique de l'Afrique : *Les heures des cours seront indiquées ultérieurement* (5 leçons).

M. l'Abbé Breuil : Instructions de Préhistoire exotique.

Digitized by Google

Le mercredi à 18 heures (5 leçons, à partir du 12 janvier).

M. Cohen : Instructions de linguistique description. *Le vendredi à 10 heures* (5 leçons, à partir du 14 janvier).

M. Rivet : Instructions d'anthropologie (5 leçons, à partir du 24 janvier).

Ces cours ont lieu à l'Amphithéâtre de l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques; s'inscrire au secrétariat.

Université de Lille. — M. Leclercq, agrégé, est nommé professeur de médecine légale et médecine sociale, à la Faculté de Médecine.

Université de Lyon. — M. Lépine, doyen de la Faculté mixte de Médecine et Pharmacie est renouvelé dans ses fonctions pour 3 ans, à dater du 1er novembre 1926.

Université de Nancy. — M. Spilmann, est nommé pour 3 ans, doyen de la Faculté de Médecine, à dater du 16 novembre 1926.

Université de Caen. — Il est créé à l'Institut technique de Normandie, rattaché à la Faculté des Sciences, deux emplois d'ingénieur assistant.

Université de Grenoble. — M. Gau, doyen de la Faculté des Sciences, est renouvelé dans ses fonctions pour 3 ans, à dater du 1er novembre 1926.

Université d'Alger. — M. Gonnessiat, ancien professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences est maintenu provisoirement dans ses fonctions.

Ecoles préparatoires de Médecine et de Pharmacie. — *Ecole de Tours.* — Un concours s'ouvrira le 17 mars 1927 à l'Ecole de Tours pour l'emploi de Chef des travaux chimiques à la dite Ecole.

— *Ecole de Rouen.* — Un concours s'ouvrira le 26 mai 1927 devant la Faculté de Médecine de Rouen pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire de pathologie clinique chirurgicale et obstétricale à l'Ecole préparatoire.

Les registres d'inscriptions pour ces concours seront clos un mois avant l'ouverture.

Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Marseille. — Un concours s'ouvrira le 27 juin 1927 devant la Faculté de Pharmacie de Montpellier pour l'emploi de Professeur suppléant de Pharmacie et Matière médicale à l'Ecole de Médecine de Marseille.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecoles nationales vétérinaires. — Un concours sera ouvert à l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, le 7 mars 1927 pour la nomination à la dite Ecole d'un Chef de travaux stagiaire attaché à la chaire de pathologie bovine, ovine, caprine et porcine, et obstétrique.

Le programme du concours et les dispositions générales ont été publiés au *Journal officiel* du 7 décembre 1926.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Recherches géologiques dans la Meseta marocaine, par Georges Lecointre, Docteur ès-sciences naturelles. (*Mémoires de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, n° 14, 25 mars 1926). In-8° de 158 pages, 19 planches, 32 figures, 12 tableaux. — Prix 35 francs.

La thèse de M. Georges Lecointre est la première monographie de géologie régionale marocaine qui ait été publiée. Avec elle commence certainement une série de mémoires descriptifs analogues à ceux dont ont fait l'objet les principaux massifs de l'Atlas algérien. Le rapide développement économique de l'empire chérifien ne saurait se poursuivre sans une connaissance plus complète du sous-sol de notre grand protectorat.

La région décrite par M. Lecointre s'étend de Casablanca à Rabat, soit dans la zone où notre action s'est le plus complètement manifestée depuis le début de notre établissement au Moghreb. L'intérieur du pays, entre ces deux villes, est constitué par des plateaux disposés en gradins et formés de terrains horizontaux, s'étageant du Trias au Quaternaire. Les profonds thalwegs qui entaillent cette couverture mésozoïque et cénozoïque mettent au jour une série plissée comprenant depuis le Cambrien jusqu'au Carbonifère inférieur : cet ensemble de formations primaires constitue le socle ancien de la Meseta marocaine.

Le Cambrien est représenté par des schistes à *Paradoxides* et *Sao* (Acadien à faciès méditerranéen). Au Gothlandien se rapportent des schistes à *Monograptus* (Ludlovien). Le Dévonien comprend une série très complète : Gédinien (schistes à *Phacops*, puis calcaires récifaux). Coblentzien (schistes à *Cryphaeus*), Eifélien (schistes à *Dalmanites*), Givétien (calcaires récifaux à *Stringocephalus*), Famennien (schistes à Clyménies, Trilobites et Brachiopodes nains formés sur un sol de végétation momentanément envahi par la mer et encadrés de dépôts subcontinentaux). La série carbonifère débute par des schistes du Tournaisien à *Spirifer*, auxquels succèdent des schistes à *Spirifer striatus*, qui, avec des calcaires à *Chonetes papilionacea*, représentent le Viséen.

Au-dessus de cet ensemble paléozoïque plissé viennent des terrains horizontaux englobant du Trias, du Crétacé (Cénomanien), du Miocène (Helvétien, Tortonien), du Pliocène à faune lusitano-méditerranéenne (la faune tropicale à *Rotuloidea* n'a pas dépassé Safi au N.), du Quaternaire. L'étude que fait de ce dernier terrain M. Lecointre dans sa thèse, en constitue un des chapitres les plus intéressants. Le Maroc fournit, à mon sens, des arguments défavorables à la thèse des mouvements eustatiques : il y a eu déformation de la surface terrestre au cours de cette dernière période géologique dans le Maroc atlantique où nous ne connaissons pas les couches à Strombes si riches en Méditerranée, mais où M. Lecointre a découvert des Mollusques chilo-péruviens, *Trochatella trochiformis*, *Achantina crassilabrum*. Ces coquilles trouvées dans des dépôts s'étageant à 75-80 m. d'altitude, indiqueraient pour l'auteur, la persistance d'une Atlantide, plus ou moins continue, raccordant encore l'Amérique du Sud au Nord-Ouest africain, vers le milieu de l'ère quaternaire.

Après une phase de plissements d'âge dévonien récent, la Meseta marocaine a été affectée de mouvements hercyniens, donnant, d'une façon à peu près générale, des accidents SSW-NNE, dont le plus remarquable serait un anticlinal allant de Casablanca vers Agadir.

Le livre de M. Lecointre se termine par des chapitres de paléontologie et de géologie appliquée; il est illustré de nombreuses phototypies de paysages, fossiles ou roches et d'une planche en couleurs au 200.000e, première feuille de la future Carte géologique détaillée du Maroc. Ainsi est apportée une précieuse collaboration à l'édifice scientifique de notre domaine nord-africain.

L. Joleaud.

Le Gérant : M. Hédan.

Impr. P. & A. Davy, 52, rue Madame, Paris.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

TABLES DES MATIÈRES

ANNÉE 1926

I. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS (Articles, Notes et Actualités)

A

Abadie. — T. S. F., 148, 179, 208, 312, 343, 400, 661, 689, 718, 754.
Andrade. — Causerie chronométrique, 143, 173.

B

Baudouin. — Action de la mer sur l'organisme humain, 385.
Berthelot (A.). — Inconvénients des indicateurs colorés dans la mesure de la concentration en ions hydrogène, 661.
Berthelot (Daniel). — Sadi Carnot et la thermodynamique, 72.
Bertin. — La forêt coloniale et les bois coloniaux, 11, 45.
Boccardi. — Les déplacements des pôles, 225.
Boubier. — Les progrès de l'Ornithologie, 135.
Boutaric. — La nature de la chaleur, 486. — Les sources d'électrons, 641.
Bréguet. — Les transports aériens. Possibilités et prix de revient, 449.
Bultingaire. — Les richesses d'art du Muséum. La collection des vélins, 515.

C

Capus. — Les Huitres nacrières, 166.
Cathelin. — La doctrine de la circulation du liquide céphalo-rachidien, 679.
Caullery. — Mâles nains, parasites et fixés sur les femelles chez certains poissons, 723.
Chatton. — Pour la réforme de la licence ès-sciences naturelles, 577.

D

Danger. — Congrès international des Géomètres, 748.
Dauvillier. — La différenciation des perles naturelles et cultivées, 37.
Didiée. — La cinématographie directe. 635.
Drouët. — Le problème de la mise en service du téléphone automatique dans le réseau de Paris, 289, 331.
Dubrisay. — Les méthodes d'étude expérimentale des systèmes solides, 161.

F

Fabry. — L'unité et l'étalon d'intensité lumineuse, 18.
Fougère. — La soie, 271.
Franchet. — Les fouilles de Glozel, 649. — La céramique du désert Lybique, 724.

G

Gain. — Les Oiseaux de mer, 711.
Garnier (René). — Le mois mathématique à l'Académie des sciences, 18, 84, 146, 311, 341, 369, 437, 498, 561, 630, 688, 752.
Gascouin. — Une route ferrée moderne pour automobiles, 403.

J

Joleaud. — La géologie et la guerre. 117. — Edmond Doutté, 602.

L

Lacroix. — La minéralogie, science naturelle. La science et les colonies, 481. — J.-B. Boussingault, 737.
Laignel-Lavastine. — L'hygiène des irritables du sympathique, 1.
Lallemand. — La grande opération mondiale de mesures de longitudes, 722.
Lepape. — La structure des noyaux atomiques et le mécanisme des transformations radioactives, 33.
Loir. — Le mal de mer et la stabilité des navires, 54.
Lynch. — Les principes de la psychologie, 461.

M

Marchal. — L'insecte et l'homme, 673.
Marcotte. — Séchage du lignite, 87. — Alcool carburant tiré des broussailles et déchets cellulosiques, 110. — Les antidétonants, 314. — Les grandes crues de la Seine à Paris. 338. — Traitements de goudrons de houille et de lignite, 440. — Carbonisation à basse température aux mines de la Sarre, 538. — Les progrès de l'Electrotechnique en Amérique, 564. — L'assainissement par les boues activées, 621. — Le traitement thermique Sandberg des rails aux usines d'Hagondange, 663.
Marguet. — Faits et théories d'astronomie sidérale et planétaire, 513, 533.
Mercier. — Les Orchidées au Brésil, 244.
Metz (André). — Les grandes théories physiques d'après M. Emile Meyerson, 581.
Metz. — Les ondes courtes, 194, 235, 264.
Michaud. — L'expertise en écritures et la méthode statistique, 649.
Millikan. — Rayonnement de haute fréquence d'origine cosmique, 360.
Moreux. — L'océanographie de la planète Mars, 425.

N

Nottin. — L'état actuel de l'industrie sucrière française, 441.

P

Parravano. — Atomes et noyaux atomiques, 610.
Pellat. — L'expertise des lettres anonymes imitant la typographie, 80.
Perrier. — La nouvelle carte de France, 353, 393.
Proust. — Le problème du cancer, 257, 295.

R

Radovici. — La circulation de l'influx nerveux, 418.
Rigotard. — Appareils de culture à main, 281. — Les jardins alpins. L'Institut de botanique alpine du Lautaret, 372. — Problèmes agricoles, 528.
Rothé. — La séismologie pratique, 321.
Rouch. — Pronostics de temps océanographique, 85. — Quelques particularités des marées sur les côtes de France, 116. — Ronsard, météorologiste, 364. — La nébulosité sur les côtes de France, 401. — La conquête aérienne du Pôle, 684.

T

Thibault. — L'optique physique des rayons X, 705.
Trillat. — Les lames minces. Leurs structures et leurs dimensions, 522.
Trouvelot. — Les laboratoires d'entomologie appliquée en Italie, 200. — Directives à suivre dans l'importation pour les besoins de l'agriculture d'insectes entomophages étrangers, 425. — Les insectes de la caprification et leurs parasites, 633.

V

Vallaux. — L'œuvre scientifiqce d'Alexandre de Humboldt. 491. — Nécessité de l'exploration scientifique des mers australes, 588.
Veil. — L'analyse magnétique des hydroxydes, 8. — Table internationale des isotopes, 500. — L'interprétation des spectres, 561.

Z

Zeemann. — Le rayonnement des atomes dans les champs magnétiques, 98.
Zenghélis. — Les unités ultimes et la notion de l'Infini, 129.

Digitized by Google

II. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

(Articles, Notes et Actualités, Académies des Sciences, Nouvelles, Vie scientifique universitaire)

A

Abrasifs. (Les —), 212
Académies des Sciences de Paris. Comptes rendus des Séances : (21 décembre 1925), 29; (28 décembre 1925 et 4 janvier 1926), 58, 61; (11, 18 et 25 janvier), 89, 93, 95; (25 janvier, fin, 1er et 8 février), 122, 123, 125; (15 et 22 février), 153, 157; (1er et 8 mars), 186, 187; (15 et 22 mars), 215, 217; (29 mars et 7 avril), 252, 254; (12 et 19 avril), 283, 285; (26 avril et 3 mai), 317, 319; (10 et 17 mai), 345, 347; (25 et 31 mai), 377, 379; (7 et 14 juin), 405, 406; (21 juin), 442; (28 juin, 5 et 12 juillet), 468, 471, 475; (19 et 26 juillet), 501, 505; (9 et 17 août), 540, 541; (23 et 30 août), 569, 570; (6 et 13 septembre), 694; (20 et 27 septembre), 637; (4, 11 et 18 octobre), 664, 665, 667; (26 octobre et 3 novembre), 698, 699; (8 et 15 novembre), 726 et 728; (22 et 29 novembre), 754 et 756.
Acétate de cellulose. (Le développement de la fabrication de l'—), 56.
Acide butyrique. (L'—) et le butyrate de chaux. Leur utilisation, 213.
Acide chlorhydrique. (Formation d'—) libre par dialyse élective de la solution d'un chlorure neutre, 693.
Aciers. (Les —), pour automobiles, 467.
Actions. (Les —),de surface, 312.
Adsorbants solides proposés pour la récupération du benzol, 566.
Alcool. (La fabrication de l'—), avec les marrons sauvages, 86. — Alcool carburant tiré des broussailles et déchets cellulosiques, 110.
Aluminium. (Les soudures à l'—), 696.
Analyse. (L'—) magnétique des hydroxydes, 8.
Antidétonants. (Les —), 314.
Arsenic. (L'action des —) dans l'acier, 725.
Assainissement. (L'—) par les boues activées, 621.
Assurances. (Les —) contre l'incendie en 1924, 210.
Astronomie. (Faits et théories d'—) sidérale et planétaire, 513, 553.
Atmosphère. (L'—) supérieure, 465.
Atomes. (Le rayonnement des —) dans les champs magnétiques, 98.
Atomes et noyaux, 610.
Automobiles. (Les —) à transmission électrique, 211.

B

Barrages, 55.
Basses températures. (Réactions chimiques aux —), 600.
Blé. (La récolte du —) en 1925, 376.
Boissons fermentées. (Conservation des —), 602.
Boussingault (Jean-Baptiste), 738.

C

Cacao. (Le —). Sa production et sa conservation, 536.
Caoutchouc. (La restriction de la production du —), 214.
Caoutchouc. (La structure du —), 439.
Cancer. (Le problème du —), 257, 295.
Carbonisation à basse température aux mines de la Sarre, 538.
Carte de France. (La nouvelle —), 353, 393.
Cartographie. (La —) de l'Algérie, 21.
Catalyse. (Nouvelles réactions de —) photochimiques, 53. — Le mode d'action des promoteurs en catalyse, 117.
Cassis. (Le —). Sa production en France, 441.
Causerie chronométrique, 143, 173.
Céramique du désert Lybique, 724.
Chaleur. (La nature de la —), 486
Changements de dimensions dans la fonte, 344.
Charbon. (Dangers du —) pulvérisé, 601.
Charbons a coke. (Mélange de —) et de charbons gras, 695.
Charbons actifs, 370,
Chauffage. (Le —) des cylindres par l'électricité, 696.
Cinématographie. (La —) directe, 635.
Colorations vitales. (Les —) et l'immunité du granule micellaire, 22.
Colonisation. (La —) en Algérie, 24.
Composés. (Les —) organo-halogénomagnésiens, 402.
Composition chimique des aciers à outils, 375.
Condensation. (Retard à la —) des vapeurs, 597.
Congo. (Le —) belge, 697.
Cornues a zinc. (Les résidus des —), 344.
Coton. (La culture du —) à Madagascar, 183.
Coton. (Production et consommation du —), 401.
Coton. (La production du —) en Algérie, 120.
Courants. (Nouvelle méthode pour produire et mesurer de très faibles —) à haute fréquence, 753.
Cristaux. (La croissance des —), 691.
Croiseur Duquesne. (Le —), 211.
Crues. (Les grandes —) de la Seine à Paris, 338.
Cuisson. (Accélération de la —) des briques, 501.
Culture a main. (Les appareils de —), 281.

D

Déplacements. (Les —) des pôles, 225.
Détection. (Nouvelles études sur les phénomènes de —), 312.
Dilatomètre. Le —) Rockwell pour le traitement de l'acier à chaud, 86.
Doutté (Edmond), 602.
Droit d'entrée. (Le —) dans les Musées et monuments de l'Etat, 117.

E

Electricité. (Le mouvement de l'—) dans les métaux, 249.
Electrons. (Les sources d'—), 641.
Electrotechnique. (Les progrès de l'—) en Amérique, 564.
Energétique. (L'—) et l'atomistique, 631.
Engrenages meulés, 567.
Eponges. (La récolte des —) en Tunisie, 725.
Etalons de fréquence lumineux, 689.
Expérience de Michelson. (Sur l'—). Les nouvelles expériences de Miller, 369.
Expertise. (L'—) en écriture et la méthode statistique, 658.

F

Fabrication. (La —) électrique du ferromanganèse en Norvège, 404.
Fonte à faible teneur en carbone produite au cubilot, 182.
Forêt. (La —) coloniale et les bois coloniaux, 11, 45.
Foyers. (Progrès dans la construction des —) et des chaudières, 754.
Froid. (Action du —) sur les organismes vivants, 600.
Fruits. (L'importation des —) en Angleterre, 634.

G

Gaz. (Les —) dans les fontes au charbon de bois et les fontes au coke, 281.
Gaz. (Les —) rares de l'atmosphère, 598.
Géologie. (La —) et la guerre, 117.
Géomètres. (Congrès international des —), 748.
Glozel. (Les fouilles de —), 649.
Goudrons de houille. (Traitement des —) et de lignite, 440.
Graphite. (Le —) de Madagascar, 537.

H

Hélium. (La combinaison du mercure et de l'—), 692.
Hélium. (L'industrie de l'—) aux Etats-Unis. 567.
Hélium. (La solidification de l'—), 692.
Huitres. (Les —) nacrières, 166.
Humboldt. (L'œuvre scientifique d'Alexandre de —), 491.
Hydrogène actif. 209.
Hygiène. (L'—) des irritables du sympathique, 1.
Hydroélectriques. (Les installations —) de l'Autriche, 24.

I

Indicateurs colorés. (Inconvénients des

Digitized by Google

—) dans la mesure de la concentration en ions hydrogène, 661.
INDOCHINE. (L'activité économique de l'—), 55.
INDUSTRIE SUCRIÈRE. (L'état actuel de l'—) française, 441.
INFLUX NERVEUX. (La circulation de l'—), 418.
IMPÔT. (L'—) sur les automobiles en France, 281.
INNOVATION dans le domaine de la coulée centrifuge, 118.
INSECTE. (L'—) et l'Homme, 673.
INSECTES ENTOMOPHAGES. (Directives à suivre dans l'importation pour les besoins de l'agriculture d'—) étrangers, 431.
INSECTES. (Les —) de la caprification et leurs parasites, 633.
ISOTOPES. (Table internationale des —), 500.
ITALIE. (Les colonies de l'—), 694.

J

JARDINS. (Les —) alpins. L'Institut de botanique alpine du Lautaret, 372.

L

LABORATOIRES. (Les) d'entomologie appliquée en Italie, 200.
LAMES MINCES. (Les —). Leurs structures et leurs dimensions, 522.
LICENCE ÈS-SCIENCES NATURELLES. (Pour la réforme de la —), 577.
LIGNITE. (Séchage du —), 87.
LIQUIDE CÉPHALO-RACHIDIEN. (La doctrine de la circulation du —), 679.
LONGITUDES. (Détermination mondiale des —), 499. — La grande opération mondiale de mesures de —, 722.
LUC BINH. (Le —) d'Indochine et son utilisation en papeterie, 568.

M

LUMIÈRE. (La structure de la —), 52.
MACHINE. (Une —) à abattre les bois en forêt, 467.
MAGNÉTIQUES. (Les propriétés —), des gaz, 21.
MAISONS. (Les —) en fonte, 725.
MAL DE MER. (Le —) et la stabilité des navires, 54.
MARÉES. (Quelques particularités des —) des côtes de France, 116.
MARINE DE GUERRE. (La —), 102, 304, 616.
MASCARET. (Le —) sur les côtes de France, 181.
MATIÈRE. (La —) aux pressions élevées, 534.
MER. (Action de la —) sur l'organisme humain, 385.
MERS AUSTRALES. (Nécessité de l'exploration scientifique des —), 588.
MÉTALLURGIE. (L'avenir de la —) en Angleterre, 149.
MÉTHODES. (Les —) d'étude expérimentale des systèmes solides, 161.
MINE DE FER DU MAROC, 695.
MINES TUNISIENNES. (La production des —), en 1924, 213.
MINERAIS DE FER. (Les exportations de —), 568.
MINÉRALOGIE. (La —), science naturelle. La science et les colonies, 481.
MOIS MATHÉMATIQUE. (Le —) à l'Académie des sciences, 18, 84, 146, 311, 341, 369, 437, 498, 561, 630, 688, 752.
MOTEURS. (Les —) supersynchrones, 404.

N

NATURALISATIONS. (Les —) en France en 1924, 374.
NAUFRAGES. (Statistiques des —) de 1924, 601.
NAVIGATION. (La —) du Danube, 374.
NÉBULEUSES. (Les) spirales et la structure de l'espace, 279.
NÉBULOSITÉ. (La —) sur les côtes de France, 400.
NITROCELLULOSES. (Sur la stabilité des—) 465.
NOUVELLE-ZÉLANDE. (Le développement économique de la —), 563.
NOUVELLES, 26, 56, 87, 120, 150, 183, 214, 251, 282, 315, 350, 381, 411, 446, 477, 510, 542, 570, 605, 638, 669, 701, 762.
NOYAUX ATOMIQUES. (La structure des —) et le mécanisme des transformations radioactives, 33.

O

OBSERVATOIRE. (L'—) royal de Greenwich, 247.
OISEAUX. (Les —) de mer, 711.
ONDES. (Sur la propagation des —) aériennes, 690.
ONDES ultra-courtes, 179. — Les —courtes, 194, 235, 264.
ORCHIDÉES. (Les —) du Brésil, 244.
ORNITHOLOGIE. (Les progrès de l'—), 135.

P

PELADE. (Traitement de la —), par l'actinothérapie locale, 693.
PERLES. (La différenciation des —) naturelles et cultivées, 37.
PÉTROLE. (Les recherches de —) au Maroc, 403.
PÉTROLE. (L'industrie du —) en 1925 en Roumanie, 663.
PÉTROLE. (La synthèse du —) à la pression ordinaire avec les produits de gazéification du charbon, 603.
PIÈGE. (Un nouveau —) à mercure, 84.
PHÉNOMÈNE. (Un curieux —) en radiogoniométrie, 84.
PHOSPHORESCENCE. (La —) aux basses températures, 752.
PHOTOCHIMIQUES. Les réactions —), 662.
PHOTOGRAPHIE. (Ecole technique de —) et de cinématographie, 694.
PHOTOGRAPHIE. (La —) infra-rouge par la phosphorescence, 179.
PHOTOMÈTRE. (Un —) photoélectrique, 723.
PLANÈTE MARS. (L'océanographie de la —), 425.
PLANÈTES. (La température des —), 688.
PLUIE. (La —) de sang du 30 octobre 1826, 753.
POISSONS. (Mâles nains parasites et fixés sur certains —), 723.
POLARISATION. (La —) des ondes radioélectriques, 343.
PÔLE. (La conquête aérienne du —), 684.
POLYMORPHISME. (Le —) alaire chez les hémiptères aquatiques, 149.
PONTS. (L'évolution des —) en fer et en acier, 250.
PORTE-OUTILS à lames circulaires, 120.
PROCÉDÉS BERGIUS. (Les —) pour transformer le charbon en pétrole, 405.
PROBLÈMES AGRICOLES, 528.
PRONOSTICS du temps océanographiques, 85.
PSYCHOLOGIE. (Les principes de la —), 461.
PUISSANCE HYDRAULIQUE de l'Ontario, 86.

R

RADIOGONIOMÈTRE instantané à lecture directe, 400.
RAIES SPECTRALES. (La résolution magnétique des —), 209.
RAISINS SECS. (La préparation des —) en Palestine, 754.
RAYONNEMENT de haute fréquence d'origine cosmique, 360.
RAYONS X. (Les —) et la structure des composés organiques, 563. — L'optique physique des —, 705.
RÉACTIONS INDUITES (Les —) et le diabète, 249.
RÉACTIONS photochimiques dans les liquides et les gaz, 22.
RÉSISTANCES. (Les —) autorégulatrices, 118.
RECHERCHES expérimentales sur le phénomène de Becquerel, 691.
RÉSISTANCES à haute fréquence (Nouvelle méthode de mesure des —), 208.
RICHESSES. (Les —) d'art du Muséum, 515.
RONSARD météorologiste, 364.
ROUES EN ACIER. (Durée des —) sous les tropiques, 440.
ROUTE (Une —) ferrée moderne pour automobiles, 403.

S

SALON (IIIe) de la T. S. F., 718.
SANDBERG. (Le traitement thermique —) des rails aux usines d'Hagondange, 663.
SCHISTES BITUMEUX. (Le développement de l'industrie des —), 602.
SÉISMOLOGIE. (La —) pratique, 321.
SÉRICIGULTURE. (La —) en France en 1925, 182.
SIGNAUX RADIOÉLECTRIQUES. (Influence de la température sur l'intensité des —), 661.
SILICE. (La —) fondue, 376.
SOIE. (La —), 271.
SOUDURE. (La —) électrique, 539.
SUCRE. (Le raffinage du —), 149.
SPECTRES. (L'interprétation des —). 561.
SPECTROSCOPIE. (La —) de l'infra-rouge, 280.
SPECTROSCOPIE. (La —) de l'ultra-violet extrême, 599.
STATIONS ÉLECTRIQUES actionnées par le vent, 696.
STELLITE. (Fabrication et emploi de la —), 26.
STOMATOLOGIE et névralgie faciale, 693.
STÉRILISATION des pièces de monnaie et des billets, 23.

Digitized by Google

Syrie. (La situation économique de la —) et du Liban, 466.

T

Tamarin. (Le —) des Hauts de l'île de la Réunion, 26.
Téléphone automatique. (Le problème de la mise en service du —) dans le réseau de Paris, 289, 331.
Théories physiques. (Les grandes —) d'après M. Emile Meyerson, 581.
Tôles. (Essai des —) très minces, 25.
Transmutation du mercure en or, 535.
Transports aériens. (Les —). Possibilités et prix de revient, 449.
Triodes. (La vie des —) à filament de tungstène, 148.
Téléphone. (Développement du —) en Europe et en Amérique, 636.
Tubes a vide. (La décharge dans les —), 180.
Tunisie. (Les exportations de la —), 635. — (Récoltes et rendements en) en 1924, 150.

U

Unité. (L'—) et l'étalon d'intensité lumineux, 18.
Unités ultimes. (Les —) et la notion de l'Infini, 129.
Univers. (La constitution de l'—), 399.

V

Vélocipèdes. (Les —) en France depuis 1913, 564.
Vie scientifique universitaire, 26, 57, 88, 121, 151, 185, 215, 251, 283, 315, 351, 382, 412, 446, 478, 510, 543, 571, 605, 638, 670, 701, 762.
Viscosité. (Coefficient de —) de l'eau en valeur absolue, 147.
Vitesses. (Les —) possibles de la matière, 114.

W

Wallis. (Les îles —), 210.

III. — TABLE ALPHABÉTIQUE (Chroniques bibliographiques, Publications nouvelles).

A

Annuaire pour 1926 de la Chambre syndicale des Constructeurs d'automobiles, 384.
Anthony. — Réflexions d'un biologiste sur l'objet, les méthodes et les limites de la psychologie, 224.
Audoin. — Géométrie et relativité, 606.

B

Bachellery. — Chemins de fer électriques, 607.
Bally. — Le langage et la vie, 415.
Barquisseau, Fougque et J. de Cordemoy. — L'Ile de la Réunion, 159.
Beaudouin. — La préhistoire par les étoiles, 256.
Bloud. — Le problème colonnier et l'Afrique occidentale française, 223.
Borissavlievich. — Les théories de l'architecture, 607.
Bouasse. — Optique cristalline. Double réfraction. Polarisation rectiligne et elliptique, 159.
Bouligand. — Précis de mécanique rationnelle à l'usage des élèves des Facultés des Sciences. T. I, 511.
Bourdon. — L'intelligence, 640.
Boutaric. — La lumière et les radiations invisibles, 412.
Bouthillon. — Théorie et pratique des radiocommunications, 703.
Boyer-Guillon. — Les véhicules automobiles, 447.
Bricard. — Leçons de cinématique, T. I, 158.

C

Castan. — La chimie des matières colorantes organiques, 480.
Cellule. (La), 574.
Chemin. — Les mollusques d'eau douce, 703.
Choisnard. — Essai de psychologie astrale, 192. — Saint Thomas d'Aquin et l'influence des Astres, 288. — Entretiens sur la sociologie, 704.
Cole. — Practical physiological chemistry, 574.
Colomer. — Manuel pratique du Radium, 512.
Courtehoux et Vauchelet. — Le bon emploi des engrais, 640.
Coutagne. — La fabrication des ferro-alliages. Fontes électriques et métaux spéciaux, 96.
Couturier et Lucas. — Les engrais. Manuel de l'acheteur et du vendeur, 608.
Cuming, Vance-Hopper et Sherlock-Wheeler. — Systematic organic chemistry, 191.
Cuniasse. — Mémorial du distillateur-liquoriste, 383.

D

Daudé-Bancel. — La réforme agraire en Russie, 512.
Dantzenberg et Fischer. — Les mollusques marins du Finistère et en particulier de la région de Roscoff, 224.
Dejean. — Actualités métallurgiques, 448.
Deltheil. — Probabilités géométriques, 606.
Donald W. Mac Ardle. — The use of solvents in synthetic organic chemistry, 703.
Dubreuil-Chambardel. — Les variations du corps humain, 223.
Dupont. — Les essences de térébenthine, 574.
Duval et Routin. — Usines hydroélectriques, 607.

E

Einstein. — Sur l'électrodynamique des corps en mouvement, 383.
Engler. — Die natürlichen pflanzenfamilien, 575.
Engler et Prantl. — Die natürlichen Pflanzenfamilien, 159, 223.

F

Fischer. — L'amour et la morale, 288.
Freud. — La science des rêves, 575.
Fritsch. — Fabrication de la fécule et de l'amidon, 160.
Furon. — L'Afghanistan, 672.

G

Germain. — Faune des lacs, des étangs et des marais, 287.
Gillot. — Recherches chimiques et biologiques sur le genre *Mercurialis*, 96.
Gley. — Traité élémentaire de physiologie, 223.
Guichard. — Les industries de fixation de l'azote, 255.
Guide officiel de la navigation intérieure, 384.
Guichant. — Les grandes étapes de la radio, 221.
Hackspill et Rency-Germeté. — Petite industrie chimique, 480.

H

Hartmann. — Les mécanismes, 64.
Henri. — Structure des molécules, 190.
Hoëg. — Les Saracatsans. Une tribu nomade grecque. Tome I, 415.

J

Jaeger. — Le principe de symétrie et ses applications, 190.
Jean. — Théorie de la vie. La psychologie neurale, 606.
Jones. — Traité théorique et pratique de psychanalyse, 224.
Jougues. — Lectures de mécanique, 221.
Juvet. — Mécanique analytique et théorie des quanta, 605.

K

Kehrmann. — Gesammelte Abhandlungen, T. I, II, III, 414. T. IV, 736.
Kingzett. — Chemical encyclopædia, 160.
Kolthoff. — La détermination colorimétrique de la concentration des ions hydrogène, 413.
Korschelt. — Der Gelbrand Dytiscus marginalis, 414.

L

Laforgue. — Le rêve et la psychanalyse, 416.

Digitized by Google

LANE FOX PITT. — The purpose of education, 384.
LANGERON. — Précis de microscopie, 736.
LE CHATELIER. — Le chauffage industriel, 159.
LECOINTRE. — Recherches géologiques dans la Meseta marocaine, 763.
LEÇONS sur les propriétés extrémales et la meilleure approximation des fonctions analytiques d'une variable réelle, 158.
LEGENDRE. — La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer. Le pH, méthodes de mesure, importance océanographique, géologique, biologique, 287.
LEROY. — Essai d'introduction critique à l'étude de l'économie primitive, 288.
LEUBA. — Introduction à la géologie, 222.
LÉVY. — Calcul des probabilités, 220.
LHERMITTE. — Les fondements biologiques de la psychologie, 416.

M

MAROGER. — Le problème de Pappus et ses cent premières solutions, 606.
MARRET. — Les fleurs de la Côte d'Azur, 608.
MARTINDALE. — The extrapharmacopœia, 192.
MARTONNE (de). — Les grandes régions de France, 222.
MATISSE. — Le mouvement scientifique contemporain en France. Les sciences physico-chimiques et mathématiques, 414.
MAUPAS. — Une petite ferme flamande, 288.
MÉMORIAL des sciences mathématiques, fasc. V à IX, 220. — Fasc. X à XIX, 572.
MEYERSON. — La déduction relativiste, 221.
MICHAELIS. — The effect of ions in colloïdal systems, 413.
MILHAUD (G.). — Le Rationel, 735.
MILHAUD (J.). — La téléphonie automatique, 222.
MIRANDE. — Documents historiques sur l'origine de la houille blanche, 447.
MOCHI. — Les fondements, les limites et la valeur de la Psychologie scientifique, 736.
MONTESSUS DE BALLORE (de). — Index Generalis 1925-1926, 447.

N

NESSI et NISOLLE. — Régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central, 608.
NICOLAS. — Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs, 573.
NODON. — Eléments d'astro-physique, 413.
NOMENCLATURE des Journaux et Revues en langue française paraissant dans le monde entier, 417.

O

OSTERTAG. — Les cycles frigorifiques, 704.
OUVRAGES récemment parus, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 256, 384, 448, 576, 672, 704.

P

PASCAL et DAVESNE. — Traitement des maladies mentales par les chocs, 575.
PERRIER. — Traité de Zoologie. Fasc. VII, 32.
PHARMACEUTICAL CODEX (The British —), 512.
PICTURE POSTCARD SET, 576.
PIÉRON. — L'année psychologique, 287.
POINCARÉ (Henri). — La nouvelle mécanique, 221.
POINCARÉ (Léon). — Carburation et carburateurs, 352.
PORTER. — Coal carbonization, 383.
POUCHER. — Perfumes, cosmetics and soaps, 352.

R

RATEAU. — Turbines hydrauliques, 255.
RIVENS. — L'instinct et l'inconscient. 672.
ROHAN-CHABOT (Mission —). Angola et Rhodésia, T. IV, Fasc. I, 479.
ROUCH. — L'atmosphère et la prévision du temps, 127. — Le Pôle Nord, 191. — Les méthodes de prévision du temps, 128. — Pour comprendre le ciel et l'atmosphère, 352.
RUSSEL. — Analyse de l'esprit, 415.

S

SAIDMAN. — Les rayons ultra-violets, 702.
SALVIAC (de). — Les oiseaux de l'Ethiopie et du Pays Galla, 32.
SERGENT et TUFFIER. — Archives médico-chirurgicales de l'appareil respiratoire, 672.

T

TERROINE. — Le métabolisme de base, 191.
THOMSEN. — La pratique du graissage, 32.
THOMPSON. — L'électron en chimie, 573.
THOMSON. — The structure of light, 160.
TRENKLER. — Les gazogènes, 576.
TRESSE. — Eléments de géométrie analytique, 606.

V

VILLATE. — Les conditions géographiques de la guerre, 32.
VILLAVECCHIA. — Dizionario di merceologia e di chimica applicata, T. II et III, 255. T. IV, 736.
VINCENT. — Essai sur les principes des théories physiques, suivi d'une théorie dynamique de la masse, 221.
VUGNON. — La construction économique, 448.

W

WEIS. — Le magnétisme, 573.
WERNER. — The chemistry of urea, 96.
WILLIS. — A dictionary of the flowering plants and ferns, 608.

Y

YERKES et LEARNED. — Chimpanzee intelligence and its vocal expressions, 414.

IV. — ABBRÉVIATIONS

A. B. — Dr A. Berthelot.
A. Bc. — A. Boutaric.
A. Drz. — Mme A. Bohn-Drzewina.
A. F. — A. Foch.
Ed. M. — E. Marcotte.
E. P. — E. Poncelet.
G. B. — G. Bouligand.
J. B. — Jules Baillaud.
L Br. — L. Bruninghaus.
L. Ft. — L. F. — L. Franchet.
L. J. — L. Joleaud.
L. R. — L. Rigotard.
P. A. — P. Abadie.
P. G. — P. Guérin.
P. L. — P. Lemoine.
P. V. — P. Vayssières.
R. T. — R. Troude.
S. R. Secrétariat de la Rédaction.
S. V. — S. Viel.

Digitized by Google

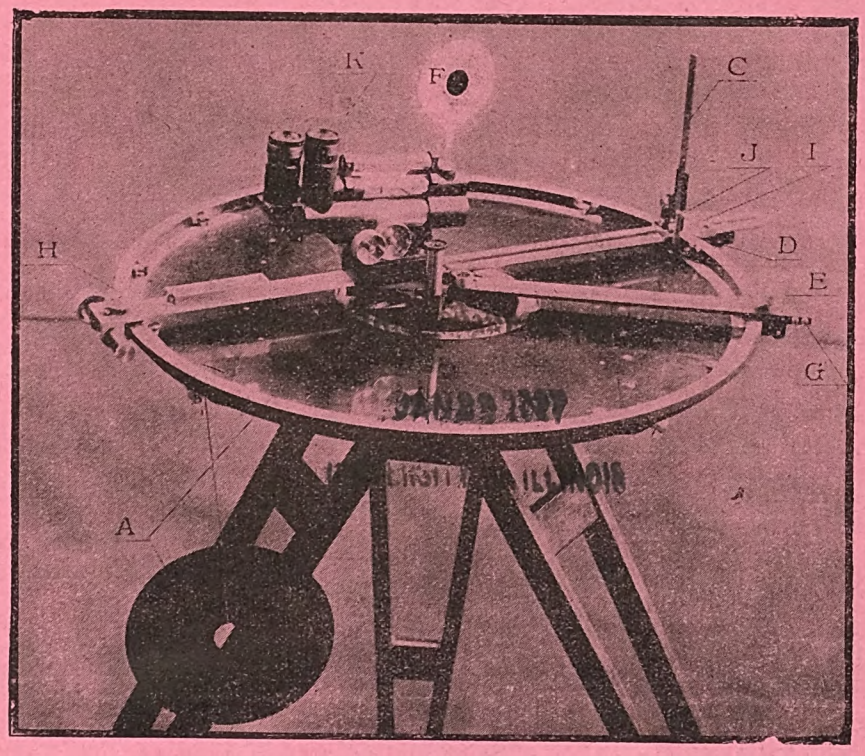
64e Année. REVUE 1926. — N° 24

SCIENTIFIQUE

ILLUSTRÉE

FONDÉE EN 1863

PARAISSANT LES DEUXIÈME & QUATRIÈME SAMEDIS DE CHAQUE MOIS



LE TACHÉOMÈTRE GRAPHIQUE.

SOMMAIRE DU 25 DÉCEMBRE 1926

Jean-Baptiste Boussingault, par **A. Lacroix** Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Congrès international des Géomètres, par **R. Danger.**

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques :** Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1926). **Physique :** La Phosphorescence aux Basses Températures. — **Météorologie :** La Pluie de Sang du 30 octobre 1926. — **T.S.F. :** Nouvelle Méthode pour Produire et Mesurer de très faibles Courants à haute Fréquence.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE. — **Chauffage :** Progrès et Problèmes dans la Construction des Foyers et des Chaudières. — **Industrie agricole :** La Préparation des Raisins secs en Palestine.

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Comptes rendus des séances des 22 et 29 Novembre 1926.

NOUVELLES. — Académie des Sciences, etc.

BIBLIOGRAPHIE.

TABLES DES MATIÈRES.

Chèques Postaux
PARIS - 4882

PRIX DU NUMERO :

France..... 2 fr. 50 | Etranger..... 3 fr. 50

PARIS

286 BOULEVARD SAINT-GERMAIN VII^e^ TÉL. FLEURUS 02-29

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

ILLUSTRÉE

(REVUE ROSE)

FONDÉE EN 1863

TARIF EN VIGUEUR JUSQU'AU 31 DECEMBRE 1926

REVUE SCIENTIFIQUE (SEULE)	Six mois	Un an
France et Colonies.....	29 fr.	50 fr.

REVUE SCIENTIFIQUE ET REVUE BLEUE (RÉUNIES)	Six mois	Un an
France et Colonies.....	48 fr	85 fr.

Etranger :

1° Pays accordant la réduction sur le tarif postal sur les périodiques: Allemagne, Argentine, Autriche, Belgique, et Colonies, Bulgarie, Canada, Cuba, Danemark, Etats-Unis, Ethiopie, Espagne, Esthonie, Grèce, Hongrie, Italie et Colonies, Lettonie, Luxembourg, Norvège, Paraguay, Perse, Pologne, Portugal et Colonies, Roumanie, Suède, Tchécoslovaquie, Turquie U. R. S. S., Uruguay, Yougoslavie.

Revue Scientifique : 6 mois : **38** frs. - 1 an : **65** frs. — *Revue Scientifique et Revue Bleue réunies*: 6 mois : **63** frs. - 1 an : **110** frs.

2° Tous autres pays :

Revue Scientifique : 6 mois: **43** frs. - 1 an : **75** frs. — *Revue Scientifique et Revue Bleue réunies* : 6 mois : **73** frs. - 1 an : **120** frs.

TARIF APPLICABLE A PARTIR DU 1er JANVIER 1927

REVUE SCIENTIFIQUE	Six mois	Un an
France et Colonies	32 fr.	55 fr.

REVUE SCIENTIFIQUE ET REVUE BLEUE	Six mois	Un an
France et Colonies.....	51 fr.	90 fr.

Etranger :

1° Pays accordant la réduction sur le tarif postal sur les périodiques (voir ci-dessus)

Revue Scientifiques : 6 mois: **41** frs. - 1 an : **70** frs,— *Revue Scientifique et Revue Bleue réunies* : 6 mois : **66** frs. - 1 an : **115** frs.

2° Tous autres pays

Revue Scientifique : 6 mois : **46** frs. - 1 an : **80** frs. — *Revue Scientifique et Revue Bleue réunies* : 6 mois : **76** fr. - 1 an : **125** frs.

On s'abonne chez tous les Libraires, dans tous les bureaux de poste et à l'Administration, 286, boulevard Saint-Germain - PARIS (VII°)

PRIX DU NUMERO : France ..... **2 fr. 50** — Etranger..... **3 fr. 50**

Compte chèque postaux : 4.882 - Paris

Téléphone : Fleurus 02-29

30 fr. par An **LE RENTIER** 58e Année

Journal financier et Economique fondé en 1869 par Alfred NEYMARCK. Directeur : Pierre NEYMARCK. Paraît les 7, 17 et 27, **rue Saint-Augustin, 33, Paris (2e).** — Compte postal: **Paris n° : 387-58**

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg du Com. Paris 30.051

Digitized by Google

Bourse Universitaire

THERESA SEESSEL

pour l'encouragement de recherches biologiques.

UNIVERSITÉ YALE

Deux bourses de 1.500 dollars chacune, seront accordées de préférence aux candidats ayant obtenu le grade de docteur ès-Sciences, et qui ont démontré leur capabilité de poursuivre avec succès et originalité des travaux scientifiques d'un ordre supérieur.

Prière de s'adresser au Dean of the Graduate School, New Haven, Conn (Etats-Unis d'Amérique), avant le 1er mars 1927.

Toute demande doit être accompagnée de lettres de recommandation ainsi que de brochure ou de réimpressions d'articles scientifiques déjà publiés par le candidat.

Le candidat devra demeurer à New Haven depuis le mois de septembre jusqu'au mois de juin.

LA REVUE FRANÇAISE DE PRAGUE

(Directeur : DANIEL ESSERTIER)

est l'organe des relations intellectuelles entre la France et la Tchécoslovaquie.

Elle étudie ces relations dans le passé et dans le présent (*La Culture française en Bohême, l'Art français en Bohême, les Français à Prague* : Descartes, Vauvenargues, Chateaubriand, Georges Sand, G. de Machaut, Berlioz, etc.., *Mazaryk et la Pensée française* : Auguste Comte, Renan, Paul Bourget, Zola, etc.)

Elle publie des articles du plus haut intérêt documentaire sur les lettres et les arts en Tchécoslovaquie (*La Musique, la Chanson populaire, le Mouvement artistique, l'Art décoratif, le Roman, la Poésie*) sur l'histoire de la nation tchécoslovaque ses tendances actuelles, etc.

En même temps, elle donne un aperçu succinct, mais aussi complet que possible (à raison de près de 50 colonnes en petits caractères par numéro) du *mouvement des lettres, des arts, et des idées en France.*

Au total, cette Revue, qui forme chaque année un volume in-8° sur beau papier de près de 450 pages, dont plusieurs hors texte sur papier couché, constitue une collection qui a sa place dans toute bibliothèque.

Prix de l'Abonnement pour la France : 25 fr.

S'adresser aux *Presses Universitaires de France*

49, Boulevard Saint-Michel

Un numéro specimen sera envoyé sur demande

SELFIOR

Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle

L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de 9 fr. et 1 fr. 50 de port, un **SELFIOR**, reliure automatique permettant de relier soi-même soit en fin d'année soit en cours d'abonnement une collection annuelle de nos revues.

Pour l'Etranger le prix du port est de : Frs 4.50

SELF-RELIURE : Reliure extensible pour livres brochés

Bibliographie de l'Atlantide et des Questions connexes

par

JEAN GATTEFOSSÉ ET CLAUDIUS ROUX

Uu volume in-8°, 100 pages, prix : 20 francs.

Cette bibliographie est formée d'un recueil considérable de mentions (plus de 1700), d'ouvrages à consulter pour l'étude du problème de l'ATLANTIS de PLATON, classées par ordre chronologique, puis alphabétique et enfin, analytique. On y a joint un atlas de 15 planches de cartes des atlantides hypothétiques des divers auteurs.

Publié sous les auspices de la Revue Internationale

" MÉTANOIA "

S'adresser à :

M. Jean Gattefossé, 87 bis, rue d'Antibes, à Cannes (A.-M.)

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

108, Boulevard Saint-Germain, PARIS (6e)

JOURNAL DES ÉCONOMISTES

Revue Mensuelle de la Science Economique et de la Statistique

RÉDACTEUR EN CHEF : **YVES-GUYOT**, ancien ministre

85e année, 1926 — Paraît dix fois par an

Abonnement, un an : France, **58** fr.; Pays ayant adhéré à l'accord de Stockholm, **70** fr. ; autres pays, **80** fr. Le numéro, **9** fr.

REVUE DES SCIENCES POLITIQUES

RÉDACTEUR EN CHEF : M. **Maurice CAUDEL**
Professeur à l'École des Sciences Politiques

41e année, 1926 — Paraît tous les trois mois

Abonnement, un an : France, **30** fr.; Pays ayant adhéré à l'accord de Stockholm, **30** fr.; autres pays, **35** fr. Le numéro, **10** fr.

BULLETIN DE LA STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE

et du service d'Observation des Prix

15e année, 1925-1926 — Paraît tous les trois mois

Abonnement, un an : France, **38** fr.; Pays ayant adhéré à l'accord de Stockholm, **40** fr.; Le numéro, **8** fr. **50**.

Digitized by Google

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : Paul GAULTIER

La **France Nouvelle** met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesve, *de l'Académie Française*, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, *de l'Institut*. Professeur Debove, Professeur Vincent, *de l'Académie de Médecine*. J.-P. Belin, *Editeur*. Gustave Belot, *Inspecteur général de l'Instruction publique*. Colonel Bonvalot, Amiral Degouy, Guillet, *Professeur au Conservatoire*. Hébert, *Lieutenant de Vaisseau*. Kula, *Industriel*. G. Bruel, *Administrateur en chef des Colonies*. Abbé Calvet, *Agrégé de l'Université*. Victor Cambon, *Ingénieur*. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, *Ancien Ministre du Commerce*. A. Gérard, *Ambassadeur de France*. Ch. Gide, *Professeur à l'Ecole de Droit*. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, *Professeur à la Faculté des Lettres*. Dr Helme, *Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes*. Georges Hersent, *Ingénieur*. Georges Lecomte, *ancien Président de la Société des Gens de Lettres*. Maurice Legendre, R. Legoux, *Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris*. E. Lemonon, Emile Moselly, Jean Maître, *Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin*. Nicaise, *Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich*. L. Noiret, *Industriel à Fourmies*. Emile Paris, *Inspecteur général de l'Enseignement technique*. Robert Pinot, *Secrétaire général du Comité des Forges*. Pralon, *Vice-Président du Comité des Forges*. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, *Professeur à la Faculté des Lettres d'Aix*. Me Henri-Robert, *Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats*. Villey, *de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen*.

La **France Nouvelle** paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France	**25 francs**
Etranger	**30 —**

L'abonnement à la **France Nouvelle** *donne droit de faire partie à titre d'adhérent à l'***Union Française**, Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VII^e^)

ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE

Digitized by Google

REVUES CANADIENNES

DIFFUSEES EN FRANCE SOUS LE HAUT PATR NAGE DE L'UNION FRANÇAISE

286, Boulevard Saint-Gormain — PARIS

Au moment où les relations économiques et sociales entre la France et le Canada deviennent des plus actives, nous recommandons à nos membres et lecteurs de s'abonner aux REVUES CANADIENNES, qui les renseigneront sur l'Etat Historique, Scientifique, Economique et Social du Pays ; encourageant ainsi les Auteurs Canadiens, qui méritent toute notre sympathie.

LE CANADA FRANÇAIS

FONDE EN 1918

Directeur : ABBÉ ARTHUR ROBERT

Maître ès-Art, Docteur en philosophie (Rome) — Docteur en théologie (Laval) — Licencié en sciences politiques et sociales (Louvain)

Le « CANADA FRANÇAIS » est une Revue d'actualités et l'Organe de l'Université Laval de Québec qui met ses lecteurs au courant de la vie actuelle Religieuse, Littéraire, Historique, Scientifique et Artistique du Canada Collaborateurs. — Les meilleurs écrivains Canadiens et de nombreuses compétences Françaises

PRINCIPAUX COLLABORATEURS

Henri d'ARLES. — Avila BÉDARD, directeur de l'École forestière. — Nérée BEAUCHEMIN. — H.-G. DE CHAMPRIS, professeur à Laval. — René LEVESQUE, professeur à Laval. — L'abbé CROISSANT professeur à Laval. M. l'abbé Ivanhoë CARON, publiciste. - A.-D. DE CELLES, de la Société Royale. — L'honorable Thomas CHAPAIS, de la Société Royale. M. le Chanoine CHARTIER, de la Société royale. — Ernest CHOUINARD. — L'honorable juge C. E. DORION, professeur de l'Université. — M. Albert FERLAND. — Fr. N. GILDAS, O. C. R. — Mgr Amédée GOSSELIN, de la Société Royale. M. le Chanoine David GOSSELIN. — M. J.-E. GREGOIRE, gradué de Louvain et de Lille. — M. le Chanoine HUARD, directeur du *Naturaliste Canadien*. — M. l'abbé LACASSE.— Mlle Blanche LAMONTAGNE.— Georges MAHEUX, professeur de l'Université. — Fr. MARIE-VICTORIN. — Mgr MEFFRE, à Rome. — PAYSE.— Joseph PASQUET, agronome. — Mgr. L.-A. PAQUET, de la Société royale. — L'honorable juge L.-A. PRUD'HOMME, de la Société royale. — Adjutor RIVARD, de la Société royale. — M. L'abbé Camille ROY, recteur de l'Université, Laval. — M. l'abbé SIMARD, professeur de l'Université. — Arthur VALLÉE, professeur de l'Université. — F. VEUILLOT, publiciste. — Gustave ZIDLER.

Abonnement : Canada et France..... $ 3.00 dollars — Autres pays..... $ 3 50 dollars

« LE CANADA FRANÇAIS » — UNIVERSITÉ LAVAL DE QUÉBEC — CANADA

LE TERROIR

FONDÉ EN 1917 — **Secrétaire de la Rédaction : *DAMASE POTVIN***

Revue mensuelle illustrée, rédigée en collab. par les 200 membres de la Soc. des Arts, Sciences et Lettres de Québec, dont elle est l'organe officiel

" LE TERROIR " publie des articles originaux et spéciaux aux Questions Littéraires, Scientifiques, Artistiques et Historiques sur le Canada Français

Abonnement : Canada, 1 an..... $ 2 00 dollars. — Europe, 1 an..... $ 2 50 dollars

LE TERROIR — Casier Postal 366 H. V. — QUÉBEC (CANADA)

BULLETIN DE LA SOCIETE DE GEOGRAPHIE DE QUEBEC

4, Rue Hébert — QUÉBEC (Canada)

FONDÉE EN 1877 SOUS LE PATRONAGE DU GOUVERNEUR GÉNÉRAL DU CANADA

DIRECTEUR DE LA REDACTION : **F.-Xavier CHOUINARD**, Secrétaire et Trésorier de la Société

Revue paraissant une fois tous les deux mois, publiant des articles inédits sur la Géographie, Géographie physique, économique, ethnographique, historique, sur les Sciences Naturelles, les Arts, Découvertes archéoloqiques, etc.

Au nombre des Collaborateurs se trouvent

M. Henri FROIDEVAUX, de l'Institut Catholique de Paris.— M. René LE CONTE, de la Société des Américanistes de Paris.— M. le Commandant Henri LANREZAC de Sarrebruck — M. L. LEAU, de Nancy. — M. Johne M. CLARKE, Directeur du Musée de l'État de New-York, Albany, N. Y. — Le Rev. Père PACIFIQUE, Capucin. — M. Francis-J. AUDET, de la Société royale du Canada, etc... etc...

La contribution annuelle pour le Canada, les Etats-Unis et la France est de $ 2. 00, donnant droit à chaque abonné au titre de membre actif de la Société.

L'abonnement pour tous les autres pays est de $ 2. 50 par année. Pour les institutions publiques d'enseignement, à tous les degrés, et pour leurs élèves, la Société accorde, pour le Canada, les Etats-Unis et la France, un abonnement de faveur de $ 1. 00 par année.

Abonnement : Canada - France - Etats-Unis, 1 an..... $ 2 00 dollars — Autres pays, 1 an..... $ 2 50 dollars

Abonnement de faveur : Etudiants, Institutions publiques d'enseignement Canadiens, Français et Etats-Unis, 1 an $ 1 00 dollars

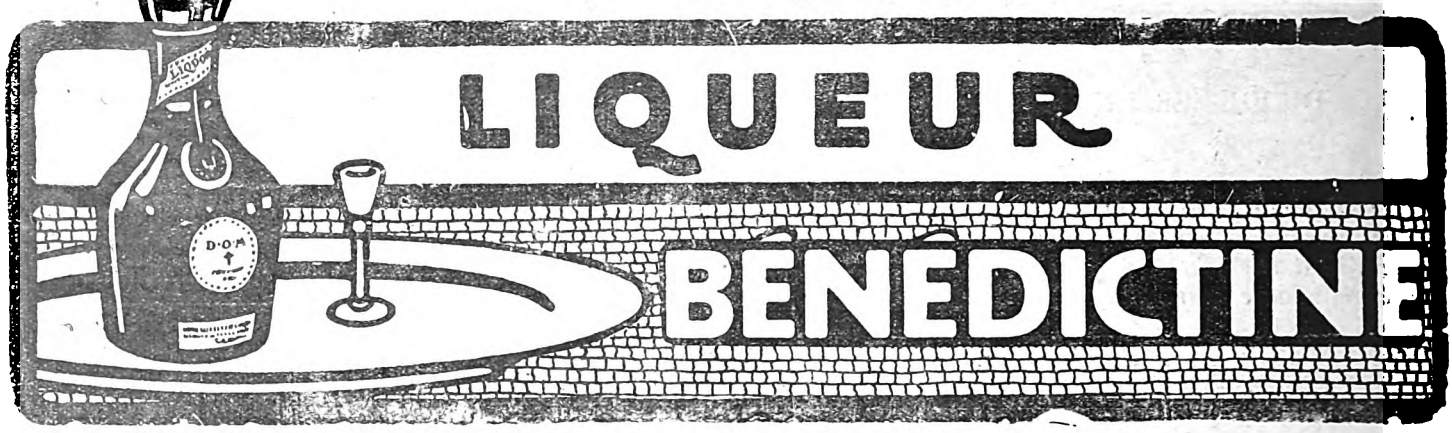
Pour abonnement, prière de s'adresser au Secrétaire Trésorier, et Directeur du Bulletin, **M. F.-Xavier CHOUINARD**, 4, *rue Hébert, QUÉBEC (Canada)*

Envoi d'un spécimen sur demande

On s'abonne à toutes ces Revues aux Bureaux des Revues "Bleue et Scientifique" ou à l'Union Française, 286, Bd. St-Germain, Paris, ou à M. J.-M. DIET, 13, Gosford Montréal (Canada)

LES MEMBRES de l'UNION FRANÇAISE BÉNÉFICIENT d'une REMISE de 10 0/0 sur les ABONNEMENTS aux REVUES CANADIENNES sous SON PATRONAGE

Digitized by Google



EMISSION DE BONS DU TRESOR DECENNAUX 7 0/0

Ces bons d'un capital nominal de 500 francs sont émis à 460 fr. avec jouissance du 1er décembre 1926. Ils rapportent 7 o/o soit 35 fr. l'an payables à terme échu, les 1er juin et 1er décembre de chaque année.

Ils sont amortissables en dix ans soit par remboursement au prix de 525 fr., à la suite de tirages au sort semestriels le 16 avril et le 16 octobre, soit par rachats en bourse à toute époque.

Ces bons sont exempts de l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières, des droits de timbre, et des droits de transmission.

Les souscriptions devront être acquittées : soit en numéraire à raison de 460 fr. par Bon ; soit en récépissés de dépôt de Bons du Crédit National 6 o/o 1922, dont le remboursement au 1er février a été demandé.

L'émission ouverte le 1er décembre 1926 sera close dès que le produit effectif des souscriptions atteindra un montant égal à celui de la valeur de remboursement de l'ensemble des Bons du Crédit National 6 o/o 1922 déposés aux fins de remboursement au 1er février 1927.

Les souscriptions en espèces seront reçues partout : *Caisse Centrale du Trésor (Pavillon de Flore), Recettes des Postes et Télégraphes, Perceptions, Recettes communales, Banques, Agents de change, Notaires*, etc...

Les souscriptions libérées en Bons du Crédit National 6 o/o 1922 devront être effectuées à la caisse qui a reçu, avant le 1er novembre 1926 le dépôt de ces Bons.

L'émision étant limitée, hâtez-vous de souscrire!

BREVETS D'INVENTIONS

M. CHARLES URFER, titulaire du brevet n° 572.661 du 5 novembre 1923, pour: *Procédé pour la préparation d'un goudron synthétique à partir de l'acétylène*, serait désireux de traiter pour la vente totale de ce brevet ou pour des concessions de licences.

Pour tous renseignements techniques, s'adresser à MM. F. HARLE et G. BRUNETON, Ingénieurs-Conseils, 21, rue de la Rochefoucauld, Paris.

M. PIERO MAGNI, titulaire du Brevet français n° 574.803 du 20 décembre 1923 pour : *Perfectionnements apportés à des ailes fluidodynamiques variables telles que les ailes pour aéroplanes*, serait désireux de traiter pour la vente totale de ce brevet ou pour des concessions de licences.

Pour tous renseignements techniques, s'adresser à MM. HARLE et G. BRUNETON, 21, rue de la Rochefoucauld, Paris.

La Société dite : R. HOE and Company Limited, propriétaire du brevet français n° 577.902 du 19 janvier 1924, pour : *dispositif perfectionné pour fixer un cliché stéréotype sur son cylindre*, serait désireuse de traiter pour la vente totale de ce brevet ou pour des concessions de licences.

Pour tour renseignements techniques, s'adresser à MM. HARLE et G. BRUNETON, Ingénieurs-Conseils, 21, rue de la Rochefoucauld, Paris.

M. Félix MEYER, résidant en Allemagne, titulaire du brevet français n° 576.348 du 25 janvier 1924 pour : *Seringue automatique et son procédé de fabrication*, serait désireux d'accorder les licences d'exploitation de son invention ou de céder les droits attachés à son brevet.

Pour tous renseignements techniques, s'adresser à M. ARMENGAUD jeune, Ingénieur-Conseil, 23, boulevard de Strasbourg à Paris.

L'ALSACE - LORRAINE ET LES VOSGES

VISITEZ L'INDUSTRIEUSE LORRAINE
LA VERDOYANTE ALSACE
ET LE
PITTORESQUE VERSANT ORIENTAL
DES VOSGES

Si vous vous rendez en Suisse ou en Italie, n'oubliez pas de vous y arrêter.

Services directs réguliers entre :

Strasbourg et Nice, via Mulhouse, Belfort, Lyon.

Strasbourg et Bordeaux, via Mulhouse, Belfort, Montluçon.

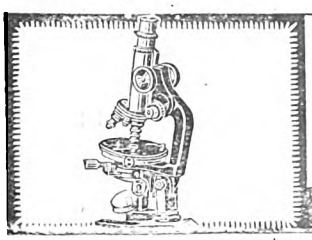
Strasbourg et Ostende (Londres), via Metz, Thionville, Luxembourg, Bruxelles.

Strasbourg et Wiesbaden, via Ludwigshafen, Mayence.

(Paris) Strasbourg et Prague, via Kehl, Stuttgard, Nuremberg.

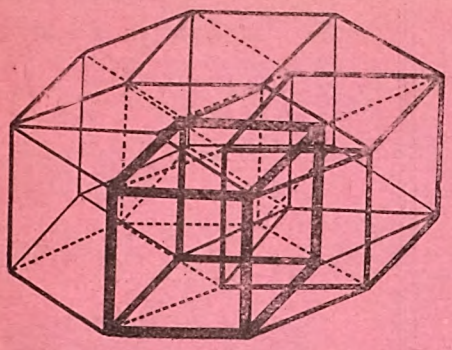
(Paris) Strasbourg et Munich, via Kehl, Stuttgard.

Pendant l'hiver, nombreux centres de sports d'hiver : Ballon d'Alsace, Champ du Feu, Hohneck, Ballon de Guebwiller, Markstein.



MICROSCOPES
ACCESSOIRES
MICROTOMES
NOUVEAUTÉS
E. KRAUSS 18 RUE DE NAPLES PARIS

Digitized by Google



VIENT DE PARAITRE :

La Géométrie à toutes dimensions

DE PARAF-JAVAL

Principes de Géométrie physique

ÉDITION DU GROUPE D'ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Pour recevoir un exemplaire, envoyer 8 francs à L. GAILLARD, libraire du groupe d'Etudes Scientifiques, 53, rue Monge, Paris V^e^.

Chèques postaux Paris C. 413.35

PARIS-DINARD L'HIVER

En vue de faciliter les relations entre la capitale et Dinard, station balnéaire de plus en plus fréquentée pendant l'hiver, un service direct et rapide de nuit fonctionne tous les jours.

Départ de Paris-Montparnasse à 20 h. 5 et arrivée à Dinard à 7 h. 2.

Dans l'autre sens, départ de Dinard à 20 h. 30 et arrivée à Paris-Montparnasse à 7 h. 20.

La rame directe Paris-Dinard comprend un wagon-lits et une voiture mixte 1re et 2e classes.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

POUR SE RENDRE EN ANGLETERRE

Avec le maximum de confort
avec le minimum de dépense

Prendre la ligne

PARIS-SAINT-LAZARE A LONDRES
par Dieppe-Newhaven

Services rapides de jour et de nuit
Tous les jours (dimanches et fêtes compris
et toute l'année

Trains luxueux, Wagons-Restaurants, Voitures Pullmann, Puissants paquebots à turbines, munis de postes T. S. F.

Transbordement direct entre les trains et les paquebots à Dieppe et à Newhaven.

Les voyageurs de 1re et de 2e classes, porteurs de billets d'aller et retour de Paris ou de Rouen à Londres, via Dieppe-Newhaven, ont la faculté d'effectuer leur voyage de retour via Southampton-Le Havre ; réciproquement aux titulaires de billets d'aller et retour des mêmes classes de Paris ou de Rouen à Londres via Le Havre-Southampton peuvent revenir via Newhaven-Dieppe, sans que dans l'un ou l'autre cas, il soit perçu de supplément de prix.

Cette facilité est aussi accordée aux titulaires de billets d'aller et retour Le Havre-Londres, mais ces derniers devront acquitter le prix de leur place entre Dieppe et Le Havre lorsqu'ils emprunteront au retour la ligne Newhaven-Dieppe avec des billets valables par Southampton.

INTERPRÈTES

Des interprètes en uniforme sont à la disposition du public à l'arrivée et au départ des trains-paquebots, dans les gares de Paris-Saint-Lazare et de Londres-Victoria.

CHEMINS DE FER DE L'EST

SAISON 1926-1927

Relations directes entre Boulogne et Paris-Est, Interlaken, Coire, St-Moritz et l'Engadine.

TRAIN DE LUXE ENGADINE EXPRESS

Quotidien au départ de Paris et de Boulogne du 15 décembre au 4 janvier, et du 15 janvier au 29 janvier.

Pour plus amples renseignements, s'adresser à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, 13, rue d'Alsace, Paris.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MEDITERRANEE

RELATIONS ENTRE PARIS ET LA COTE D'AZUR

L'attention des voyageurs se rendant de Paris sur la Côte-d'Azur est appelée sur les trains suivants :

Rapide de nuit : places de luxe, 1re cl., wagon-restaurant. — Paris, dép. 19 h. 55; Marseille, arr 8 h. 43; Toulon, arr. 10 h. 27; Saint-Raphaël, arr. 12 h. 12; Cannes, arr. 12 h. 45; Nice, arr. 13 h. 35; Monaco, arr. 14 h. 24; Monte-Carlo, arr. 14 h. 30; Menton, arr. 14 h. 47.

Rapide de nuit : places de luxe, 1re et 2e cl., wagon-restaurant. — Paris, dép. 20 h. 45; Marseille, arr. 9 h. 38; Toulon, arr. 11 h. 17; Saint-Raphaël, ar. 13 h. 15; Cannes, arr. 13 h. 50; Nice, arr. 14 h. 40; Monaco, arr. 15 h. 34; Monte-Carlo, arr. 15 h. 41; Menton, arr. 15 h. 59.

Rapide de nuit : 1re, 2e et 3e cl. — Paris, dép. 21 h. 25; Marseille, arr. 9 h. 56; Toulon, arr. 11 h. 34; Saint-Raphaël, arr. 13 h. 32; Cannes, arr. 14 h. 7; Nice, arr. 14 h. 56.

Rapide de nuit : 1re, 2e et 3e cl. — Paris, dép. 21 h. 35; Marseille, arr. 10 h. 14; Toulon, arr. 11 h. 50; Saint-Raphaël, arr. 13 h. 50; Cannes, arr. 14 h. 23; Nice, arr. 15 h. 15; Monaco, arr. 16 h. 8; Monte-Carlo, arr. 16 h. 14; Menton, arr. 16 h. 31.

CHEMINS DE FER DU MIDI

LE LIVRET-AGENDA DE LA COMPAGNIE DU MIDI

La Compagnie du Midi vient de faire paraître, pour l'année 1927, un Livret-Agenda qui comprend, indépendamment de la partie Agenda proprement dite réservée à l'inscription des recettes et dépenses journalières, une partie descriptive et humoristique, texte et illustrations d'*Henriot*, et une partie consacrée aux renseignements généraux sur les tarifs voyageurs.

Ce document est en vente au prix de 3 fr. 50 (franco 4 fr. 55) :

A la Compagnie du Midi, Services de Tourisme et Publicité, 54, boulevard Haussmann, Paris (9e) ;

A l'Agence de la Compagnie du Midi, 16, boulevard des Capucines, Paris (9e).

Digitized by Google

SOCIÉTÉ ANONYME
DES
Matières Colorantes et Produits Chimiques
DE
SAINT-DENIS

Capital : 30.000.000 fr.

Téléphone : Trudaine { 02-25 / 02-26

Siège Social : 105, Rue Lafayette, Paris (10e)

Usines à Saint-Denis

Adr. télégr. : Reirriop-Paris

MATIÈRES COLORANTES
POUR TOUS EMPLOIS

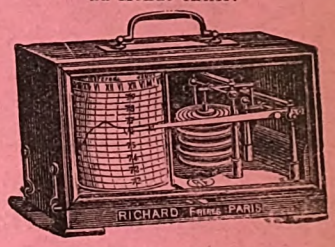
PRODUITS CHIMIQUES MINÉRAUX

PRODUITS CHIMIQUES ORGANIQUES

Hors Concours — Membre du Jury à toutes les Expositions

INSTRUMENTS DE PRÉCISION
ENREGISTREURS
25, Rue Mélingue PARIS **RICHARD**

écrivant d'un trait continu à l'encre leurs indications; les seuls qui soient adoptées par le Bureau Central Météorologique de France et par les Observatoires du Monde entier.



R. C. Seine : 174.227

Envoi franco des notices

Nos BAROMÈTRES réglementaires à bord des navires de la Marine de l'Etat, sont l'objet d'imitations grossières.

Exiger la marque de Fabrique poinçonnée sur la platine

BAROMÈTRE ENREGISTREUR DE POCHE
MÉTÉOROGRAPHE EN ALUMINIUM
spéciaux pour BALLON-SONDE ou CERFS-VOLANTS
Thermomètres, Hygromètres, Pluviomètres, Anémomètres et Anémo-Cinémographe, etc.

A la même maison : le VERASCOPE
Exposition et vente : 10, RUE HALEVY, 10 (Opéra) PARIS

BARCLAYS BANK (France) Limited
Siège Central
33, Rue du Quatre-Septembre — PARIS (2e)

TELÉPHONE ; GUTENBERG 74-08, 74-09, 74-12, 74-44, 78-24, 68-54, 05-04 — INTER SPÉCIAL : 677, 860, 861, 930, 931
Adresse télégraphique pour Paris et Succursales : BARCLOSEA

SUCCURSALES

Aix-les-Bains : 10, place Carnot. (Ouvert pendant la saison).
Alger : 6, rue de la Liberté.
Bordeaux : 4, rue Esprit-des Lois.
Boulogne-sur-Mer : 61, rue Victor-Hugo.
Cannes : 7, rue du Maréchal-Foch.
Le Havre : 9, quai Georges-V.
Le Touquet-Paris-Plage : 72, rue Saint-Jean. (Ouvert pendant la saison).
Lyon : 1, rue de la République.
Marseille : 5, rue Cannebière.
Menton : 1, avenue Félix-Faure.
Monte-Carlo : 1, boulevard des Moulins. (Côté nord des Jardins du Casino).
Nice : 4, avenue Georges-Clemenceau.
Oran : 15, rue d'Alsace-Lorraine.
Rouen : 7, rue Jeanne-d'Arc.
Londres : West End Agency : 1, Pall Mall East, S. W. 1.

TOUTES OPÉRATIONS DE BANQUE
Escompte et Encaissement d'Effets Libres et Documentaires
Ouvertures de Crédits Libres et Documentaires en France et à l'Etranger
Emission de Traites sur le Monde entier
Transferts par courrier et par câble dans tous pays. —:— Opérations en Devises

Correspondants dans le monde entier

BARCLAYS BANK S. A. I. -:- ROME - GÊNES

BARCLAY BANK LIMITED
SIEGE CENTRAL : 54, Lombard Street, LONDON E. C. 3

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 073265966